



PeakTech® 2150

Bedienungsanleitung / Operation manual

100 Hz - 100 kHz Digital LCR Messer Digital LCR Meter

Spitzentechnologie, die überzeugt

1. Sicherheitshinweise

Dieses Gerät erfüllt die EU-Bestimmungen 2004/108/EG (elektromagnetische Kompatibilität) und 2006/95/EG (Niederspannung) entsprechend der Festlegung im Nachtrag 2004/22/EG (CE-Zeichen).

Die nachfolgend aufgeführten Sicherheitshinweise und Informationen zum sicheren und gefahrlosen Betrieb und/oder Service des Gerätes sowie die in der Bedienungsanleitung aufgeführten Sicherheits- und Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Das Gerät darf nur bestimmungsgemäß verwendet werden. Schäden die auf Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise beruhen sind von sämtlichen Garantieansprüchen ausgeschlossen.

* Vor dem Einschalten des Gerätes, überprüfen ob die zur Verfügung stehende Netzspannung mit der für den Betrieb des Gerätes erforderlichen Netzspannung übereinstimmt.

* Äußere und interne Schaltkreise des Gerätes nicht modifizieren oder in irgend einer Weise verändern. Wartungs- und Reparaturarbeiten am Gerät nur von autorisierten Fachhändlern durchführen lassen.

* Defekte oder beschädigte Geräte sollten bis zu deren Reparatur durch qualifizierte Service-Techniker, so aufbewahrt werden, dass eine Inbetriebnahme durch unberechtigte Personen ausgeschlossen ist.

* ***Messgeräte gehören nicht in Kinderhände*** **!!**

1.1. Sicherheitssymbole



Achtung! Entsprechende Abschnitte in der Bedienungs-anleitung lesen.



Achtung! Gefahr eines elektrischen Schlages.



Erdungssymbol



Doppelte Isolierung

2. Einführung

2.1. Allgemeine Angaben

Dieser LCR-Messer ist ein hochgenaues, tragbares Messgerät zur Messung von Induktivität, Kapazität und Widerstandswerten bis 100 kHz mit einer Genauigkeit von 0,2%, und ist somit das innovativste Messgerät unter den gegenwärtig erhältlichen tragbaren AC/DC-Impedanzmessern. Sein Einsatzgebiet umfasst den Ingenieurbereich wie auch den Fachhochschulbereich (Demonstrationsgerät zur Veranschaulichung elektrischer Abläufe und Funktionsvorgänge) und den Einsatz als Kontrollgerät im Qualitätssicherungswesen bei der Herstellung von elektronischen Bauteilen.

Der LCR-Messer bietet die Wahl zwischen automatischer und manueller Bereichswahl und fünf Testfrequenzen (100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz) in allen Bereichen sowie vier Testspannungen (50 mV$_{eff}$, 25 mV$_{eff}$, 1 V$_{eff}$ und 1 V DC; 1 V DC nur bei Widerstandsmessungen). Das zweizeilige Display (Anzeigefeld) ermöglicht die gleichzeitige Anzeige mehrerer Messwerte.

Die Messung der Bauteile kann in der Reihen- oder Parallel-Messart erfolgen; die Wahl der gebräuchlichsten Messart erfolgt automatisch, es kann jedoch manuell auf die alternative Messart umgeschaltet werden. Der vielseitige, tragbare LCR-Messer ersetzt in nahezu jeder Weise alle herkömmlichen festinstallierten LCR-Brücken. Seine hervorragende Messgenauigkeit von 0,2% und ein ausgezeichnetes Preis-/ Leistungsverhältnis machen dieses Gerät für jeden Service-Techniker äußerst interessant.

Der LCR-Messer ist batteriebetrieben und wird mit zwei wiederaufladbaren Batterien (Nickel-Mangan) und einem AC-/DC-Adapter geliefert.

Typische Einsatzbereiche für das Gerät sind Produktionsstätten, Entwicklungslabore, Service-Zentren und Fachhochschulen. Das Messgerät ermöglicht u. a. definierte Präzisionsmessungen, das Erstellen von Messtabellen, die Messung des elektrostatischen Widerstandes von Kondensatoren sowie bekannter und unbekannter Induktivitäts-, Kapazitäts- und Widerstandswerte, und die Bestimmung der Kapazitäts-, Induktivitäts- und Widerstandswerte von Kabelsystemen, Schaltern, gedruckten Leitern usw.

Die Tastenfunktionen sind im folgenden:

* Test - Bedingungen:
  1. Frequenz: 100 Hz/120 Hz/1 kHz/10 kHz/100 kHz
  2. Pegel: 1 V_{eff} / 0,25 V_{eff} / 50 mV_{eff}
     1 V DC (nur DCR)

* Mess-Parameter: Z, Ls, Lp, Cs, Cp, DCR, ESR, D, Q, θ

* Grundgenauigkeit: 0,2%

* Dual Liquid Crystal Display

* Schnell und Langsam-Messung

* Auto-Bereichswahl und Bereichs-Halte-Funktion

* Infrarot-Schnittstellenanschluss (IrDA)

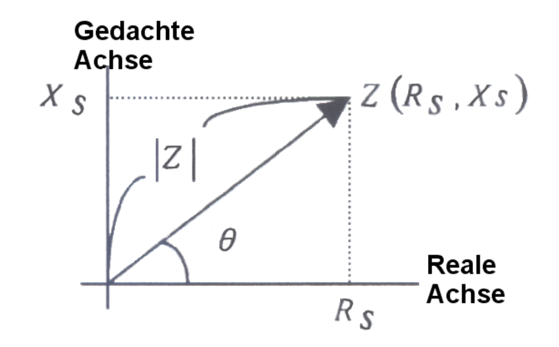
* Primäre Displayparameter
  * Z : Absoluter Impedanzwert
  * DCR : DC Widerstand
  * Ls : serielle Induktivität
  * Lp : parallele Induktivität
  * Cs : serielle Kapazität
  * Cp : parallele Kapazität

* Sekundäre Displayparameter:
  * θ : Phasenwinkel
  * ESR : äquivalenter Reihenwiderstand
  * D : Verlustfaktor
  * Q : Qualitätsfaktor

* Messkombinationen:
  * Seriell : Z-θ, Cs-D, Cs-Q, Cs-ESR, Ls-D, Ls-Q, Ls-ESR
  * Parallel : Cp-D, Cp-Q, Lp-D, Lp-Q

2.2. Impedanz-Messparameter

Dieses Gerät dient der Messung von AC und DC Impedanzen. Exakte Messergebnisse erfordern daher ein Verständnis der Impedanz-Parameter von elektronischen Bauteilen. Abbildung 1.1 dient als Beispiel einer Impedanz-Analyse. Die X-Ebene repräsentiert den realen, die Y-Ebene den gedachten Wert. Die beiden Ebenen können auch als Polaritätskoordinaten angesehen werden. Z entspricht hierbei der Amplitude, und θ der Phasenlage der Impedanz.



$Z = R_s + jX_s = |Z| \angle \theta \; (\Omega)$

$Rs = |Z| \cos \theta$ $\qquad |Z| = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$

$X_s = |Z| \sin \theta$ $\qquad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{X_s}{R_s} \right)$

Z	=	(Impedanz)
R_s	=	(Widerstand)
X_s	=	(Blindwiderstand)
Ω	=	(Ohm)

Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Scheinwiderständen:
(X_L) = induktiver Scheinwiderstand , (X_C) = kapazitiver Scheinwiderstand.

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

L = Induktivität (H)
C = Kapazität (F)
f = Frequenz (Hz)

Sie werden wie folgt definiert:
Man unterscheidet außerdem zwischen dem Leistungsfaktor (Q) und dem Verlustfaktor (D). Aus dem Leistungsfaktor errechnet sich der Blindwiderstand.

Der Eigenwiderstand von Bauteilen und elektronischen Schaltkreisen resultiert immer in einem Spannungsabfall und verursacht somit einen Leistungsverlust. Der Leistungsfaktor errechnet sich aus dem Verhältnis zwischen tatsächlicher Leistung und der Verlustleistung. Der Leistungsfaktor für induktive Schaltungen und Bauteile wird üblicherweise mit dem Kürzel (Q), der Leistungsfaktor für kapazitive Schaltungen und Bauteile mit dem Kürzel (D) bezeichnet.

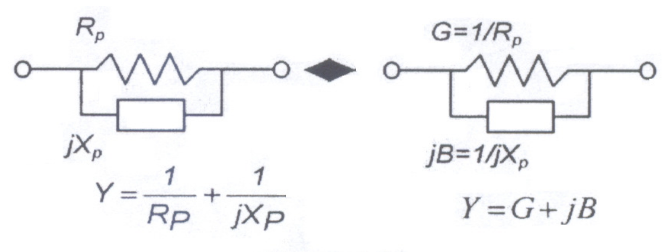
$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{D} = \frac{1}{\tan \delta} \\ &= \frac{|X_s|}{R_s} = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{1}{\omega C_s R_s} \\ &= \frac{|B|}{G} \\ &= \frac{R_p}{|X_p|} = \frac{R_p}{\omega L_p} = \omega C_p R_p \end{aligned}$$

Man unterscheidet zwischen Reihen- und Parallelschaltungen. Abbildung 1.2 verdeutlicht den Unterschied zwischen den beiden Schaltungsarten.
Reale und gedachte Bauelemente in einer Reihenschaltung:

R_s $\qquad jX_s$

$Z = R_s + jX_s$

Reale und gedachte Bauelemente in einer Parallelschaltung:



Figur 1.2

2.3. Spezifikationen

*** Messbereiche**

Messgrößen	Bereich
Z	0,000 Ω - 9999 MΩ
L	0,000 µH - 9999 H
C	0,000 pF - 9999 F
DCR	0,000 Ω - 9999 MΩ
ESR	0,000 Ω - 9999 Ω
D	0,000 - 9999
Q	0,000 - 9999
θ	-180,0° - 180,0°

C-Genauigkeit

100 Hz	79,57 pF - 159,1pF	159,1 pF - 1,591 nF	1,591 nF - 15,91 nF	15,91 nF - 159,1 µF	159,1 µF - 1591 µF	1591 µF - 15,91 mF
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
120 Hz	66,31 pF - 132,6 pF	132,6 pF - 1,326 nF	1,326 nF - 13,26 nF	13,26 nF - 132,6 µF	132,6 µF - 1326 µF	1326 µF - 13,26 mF
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
1 kHz	7,957 pF - 15,91 pF	15,91 pF - 159,1 pF	159,1 pF - 1,591 nF	1,591 nF - 15,91 µF	15,91 µF - 159,1 µF	159,1 µF - 1,591mF
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
10 kHz	0,795 pF - 1,591 pF	1,591 pF - 15,91 pF	15,91 pF - 159,1 pF	159,1 pF - 1,591 µF	1,591 µF - 15,91 µF	15,91 µF - 159,1 µF
	5%+/- 1 ❶	2%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
100 kHz	NA	0,159 pF - 1,591 pF	1,591 pF - 15,91 pF	15,91 pF - 159,1 nF	159,1 nF - 1,591 µF	1,591 µF - 15,91 µF
	NA	5%+/- 1 ❶	2% +/- 1	0,4% +/- 1	2% +/- 1	5% +/- 1 ❶

Hinweise:

1. Die angegebene Genauigkeit bezieht sich auf ein Testsignal von 1 V_{eff}
2. Bei einem Testsignal von 250 mV_{eff} ist ***Ae*** mit dem Faktor 1,25, bei einem Testsignal von 50 mV_{eff} mit dem Faktor 1,5 zu multiplizieren.
3. Bei L- und C-Messungen und Dx > 0,1 ist ***Ae*** mit dem Faktor aus $\sqrt{1+Dx^2}$ zu multiplizieren.

❶ Für ein Testsignal von 50 mV_{eff} keine Angaben zu ***Ae.***

L-Genauigkeit

100 Hz	31,83 KH - 15,91 KH	15,91 kH - 1591 H	1591 H - 159, 1 H	159,1 H - 15,91mH	15,91mH - 1,591mH	1.591mH - 159.1µH
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
120 Hz	26,52 KH - 13,26 KH	13,26 KH - 1326 H	1326 H - 132,6 H	132,6 H - 13,26mH	13,26mH - 1,326mH	1,326mH - 132,6µH
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
1 kHz	31,83 KH - 15,91 KH	15,91 KH - 1591 H	1591 H - 159,1 H	159,1 H - 15,91mH	15,91mH - 1,591mH	1,591mH - 15,91µH
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
10 kHz	318,3 H - 159,1 H	159,1 H - 15,91 H	15,91 H - 1,591 H	1,591 H - 159,1 µH	159,1 µH - 15,91 µH	15,91 µH - 1,591 µH
	5%+/- 1 ❶	2%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
100 kHz	31,83 H - 15,91 H	15,91 H - 1,591 H	1,591 H - 159,1 mH	159,1 mH - 15,91 µH	15,91 µH - 1,591 µH	1,591 µH - 0,159 µH
	NA	5%+/- 1 ❶	2% +/- 1	0,4% +/- 1	2% +/- 1	5% +/- 1 ❶

D-Genauigkeit

[Zx] / Freq.	**20 M ~ 10 M (Ω)**	**10 M ~ 1 M (Ω)**	**1 M ~ 100K (Ω)**	**100K ~ 10 (Ω)**	**10 ~ 1 (Ω)**	**1 ~ 0,1 (Ω)**
100 Hz 120 Hz 1 kHz	+/- 0,020 ❶	+/- 0,010	+/- 0,005	+/- 0,002	+/- 0,005	+/- 0,010 ❶
10 kHz	+/- 0,050 ❶	+/- 0,020				
100 kHz	NA	+/- 0,050	+/- 0,020	+/- 0,004	+/- 0,020	+/- 0,050

θ- Genauigkeit

<table>
<tr><th>[Zx]
Freq.</th><th>20 M ~
10 M (Ω)</th><th>10 M ~
1 M (Ω)</th><th>1 M ~
100K (Ω)</th><th>100K ~
10 (Ω)</th><th>10 ~ 1
(Ω)</th><th>1 ~ 0,1
(Ω)</th></tr>
<tr><td>100 Hz</td><td rowspan="3">+/- 1,046
❶</td><td rowspan="3">+/- 0,523</td><td rowspan="4">+/- 0,261</td><td rowspan="4">+/- 0,105</td><td rowspan="4">+/- 0,261</td><td rowspan="4">+/- 0,523
❶</td></tr>
<tr><td>120 Hz</td></tr>
<tr><td>1 kHz</td></tr>
<tr><td>10 kHz</td><td>+/- 2,615
❶</td><td>+/- 1,046</td></tr>
<tr><td>100 kHz</td><td>NA</td><td>+/- 2,615</td><td>+/- 1,046</td><td>+/- 0,209</td><td>+/- 1,046</td><td>+/- 2,615</td></tr>
</table>

Hinweise:

1. Die angegebene Genauigkeit bezieht sich auf ein Testsignal von 1 V_{eff}
2. Bei einem Testsignal von 250 mV_{eff} ist ***Ae*** mit dem Faktor 1,25, bei einem Testsignal von 50 mV_{eff} mit dem Faktor 1,5 zu multiplizieren.
3. Bei L- und C-Messungen und Dx > 0,1 ist ***Ae*** mit dem Faktor aus $\sqrt{1+Dx^2}$ zu multiplizieren.

❶ Für ein Testsignal von 50 mV_{eff} keine Angaben zu ***Ae.***

C_{ae} = Ae von $|Z|$

f : Prüf-Frequenz
Cx : Kapazitiver Messwert
$|Z|$: Impedanz Messwert Ω

Genauigkeit von Dx (D-Messwert) <= 0,1
Wenn Dx > 0,1 mit C_{Ae} multiplizieren $\sqrt{1+Dx^2}$

<u>Beispiel</u>
Prüfbedingungen:
* Frequenz : 1 kHz
* Pegel : 1 V_{eff}
* Geschwindigkeit : Langsam
* DUT : 100 nF

Dann

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Genauigkeit siehe Tabelle, C_{Ae} +/- 0,2%

<u>L Genauigkeit:</u>

$|Z| = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot Lx$

L_{Ae} = Ae von $|Zx|$
f : Prüffrequenz (Hz)
Lx : Induktiver Messwert (H)

$|Zx|$: Induktiver Messwert (Ω)

Genauigkeit von Dx (D-Messwert) <= 0,1
Wenn Dx > 0,1 mit C_{Ae} multiplizieren $\sqrt{1+Dx^2}$

<u>Beispiel</u>
Prüfbedingungen:

* Frequenz	:	1 kHz
* Pegel	:	1 V_{eff}
* Geschwindigkeit	:	Langsam
* DUT	:	100 mH

Dann
$|Zx| = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot Lx$

$= 2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 6.283\ \Omega$

Genauigkeit siehe Tabelle L_{Ae} = +/- 0,5%

<u>ESR Genauigkeit:</u>

$$ESR_{Ae} = \pm Xx \cdot \frac{Ae}{100}$$

$$Xx = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot Lx = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

f	:	Prüffrequenz
Xx	:	Messwert Blindwiderstand (Ω)
Lx	:	Induktiver Messwert (H)
Cx	:	Kapazitiver Messwert (F)

Genauigkeit von Dx (D-Messwert) ≤ 0,1

<u>Beispiel:</u>
Prüfbedingungen:

Frequenz	:	1 kHz
Pegel	:	1 V_{eff}
Geschwindigkeit	:	Langsam
DUT	:	100 nF

Dann
$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$
$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Genauigkeit siehe Tabelle C_{Ae} = +/- 0,2%
$$ESR_{Ae} = \pm Xx \cdot \frac{Ae}{100} = \pm 3.18\Omega$$

<u>D-Genauigkeit</u>

$$D_{Ae} = \pm \frac{Ae}{100}$$

D_{Ae} = Ae von $|Zx|$
Genauigkeit von Dx (D-Messwert) ≤ 0,1
Wenn Dx > 0,1 mit Dx multiplizieren (1 + Dx)

Beispiel:
Prüfbedingungen:

Frequenz	:	1 kHz
Pegel	:	1 V_{eff}
Geschwindigkeit	:	Langsam
DUT	:	100 nF

Dann

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Genauigkeit siehe Tabelle C_{Ae} = +/- 0,2%

$$D_{Ae} = \pm \cdot \frac{Ae}{100} = \pm 0.002$$

Q Genauigkeit:

$$Q_{Ae} = \pm \frac{Qx^2 \cdot De}{1 \mp Qx \cdot De}$$

Q_{Ae} = Ae von $|\mathbf{Zx}|$
Qx : Qualitätsfaktor Messwert
De: Relative D Genauigkeit
Genauigkeit von Qx * De < 1

Beispiel:
Prüfbedingungen:

Frequenz	:	1 kHz
Pegel	:	1 V_{eff}
Geschwindigkeit	:	Langsam
DUT	:	1 mH

Dann

$|\mathbf{Zx}| = 2 * \pi * f * Lx$
$= 2 * \pi * 10^3 * 10^{-3} = 6.283\ \Omega$

Genauigkeit siehe Tabelle L_{Ae} = +/- 0,5%

$$De = \pm \cdot \frac{Ae}{100} = \pm 0.005$$

Wenn Messwert Qx = 20

Dann

$$Q_{Ae} = \pm \frac{Qx^2 \cdot De}{1 \mp Qx \cdot De}$$

$$= \pm \frac{2}{1 \mp 0.1}$$

θ- Genauigkeit

$$\theta e = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{Ae}{100}$$

Beispiel:
Prüfbedingungen:

Frequenz	:	1 kHz
Pegel	:	1 V_{eff}
Geschwindigkeit	:	Langsam
DUT	:	100 nF

Dann

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Genauigkeit siehe Tabelle Z_{Ae} = +/- 0,2%

$$\theta_{Ae} = \pm \frac{180}{\pi} \cdot \frac{Ae}{100}$$

$$= \pm \frac{180}{\pi} \cdot \frac{0.2}{100} = \pm 0.115 \deg$$

* Testsignal:
  - Pegelgenauigkeit: +/- 5%
  - Frequenzgenauigkeit: 0,1%

* Ausgangswiderstand: 100 Ω +/- 5%

* Messgeschwindigkeit:
  - Schnell: 4,5 Messungen/Sek.
  - Langsam: 2,5 Messungen/Sek.

Allgemeine Daten:

Betriebstemperaturbereich	℃ bis 40℃
Lagertemperaturbereich	20℃ bis 70℃
Relative Luftfeuchtigkeit	bis 85%
Batterie-Typ	2 AA Ni-Mh oder Alkaline
Batterie-Ladestrom	Konstant-Strom ca. 150 mA
Batterie-Lebensdauer	2,5 Std. (typisch)
Netzbetrieb	110/220 V AC, 60/50 Hz mit entsprechendem Adapter
Unterspannungs-Warnung	unter 2,2 V
Abmessungen	(LxBxH) 174 x 86 x 48 mm
Gewicht	470 g

Zubehör	Anleitung, 2 AA Ni-Mh Akku, Kurzschlussbrücke, AC/DC Adapter, Koffer
zus. Zubehör	Software für Windows 95/98/NT/2000, SMD-Tastkopf, 4-polige Testklammer, Kelvin-Klammer, Infrarot-Adapter

2.4. Messbedingungen

2.4.1. Messfrequenz:

Es stehen 5 Testfrequenzen zur Wahl. Zur Messung von Kapazitäten von 0,01µF oder kleiner verwendet man üblicherweise die Testfrequenz 1 kHz, zur Messung von Kapazitäten über 10 µF die Testfrequenz 120 Hz. Die Messung von Induktivitäten in Audio- und HF-Schaltungen erfolgt typischerweise mit einem 1 kHz-Signal, da diese Schaltkreise mit höheren Frequenzen arbeiten. Allgemein gesprochen, werden Induktivitäten unter ca. 2 mH mit einem 1 kHz-Testsignal, Induktivitäten über 200 H mit einem 120 Hz-Testsignal gemessen. Die optimale Testfrequenz kann dem entsprechenden Datenblatt des jeweiligen Bauteile-Herstellers entnommen werden.

2.4.2. Kondensatoren:

Geladene Kondensatoren sind vor der Messung unbedingt zu entladen, um eine gefahrlose Messung zu ermöglichen und Verletzungen zu vermeiden (Stromschlag-Gefahr!).

2.4.3. Auswirkung der Verlustleistung auf die Messgenauigkeit:

Je geringer die Verlustleistung, desto genauer das Messergebnis. Die intern bedingte höhere Streuung bei Kondensatoren resultiert in einer größeren Verlustleistung. Eine hohe Verlustleistung kann das Messergebnis negativ beeinträchtigen. Die typischen Verlustleistungen von Kondensatoren sind in den Datenblättern der jeweiligen Hersteller aufgeführt.

2.4.4. Umschalten zwischen automatischer und manueller Bereichswahl:

Die Möglichkeit zur Umschaltung von automatischer auf manuelle Bereichswahl und umgekehrt ermöglicht eine optimale Nutzung der Vorteile beider Messfunktionen. Vor der Messung auf automatische Bereichswahl umschalten und die zu messende Induktivität in die vorgesehenen Buchsen einstecken bzw. anschließen. Der erforderliche Messbereich wird automatisch angewählt. Mit dem Bereichswahlschalter RANGE nun auf manuelle Bereichswahl umschalten. Ist eine Kalibrierung zur Optimierung der Messgenauigkeit erforderlich, wird dies in der LCD-Anzeige angezeigt. Bei entsprechender Anzeige, Kalibrierung durchführen. Erfolgt keine Anzeige, Messung durchführen. Mit der Kombination von automatischer and manueller Bereichswahl werden die Vorteile beider Betriebsarten (schnelle Messung in Funktion „automatische Bereichswahl“ und hohe Genauigkeit in der Messfunktion „manuelle Bereichswahl“) voll ausgeschöpft.

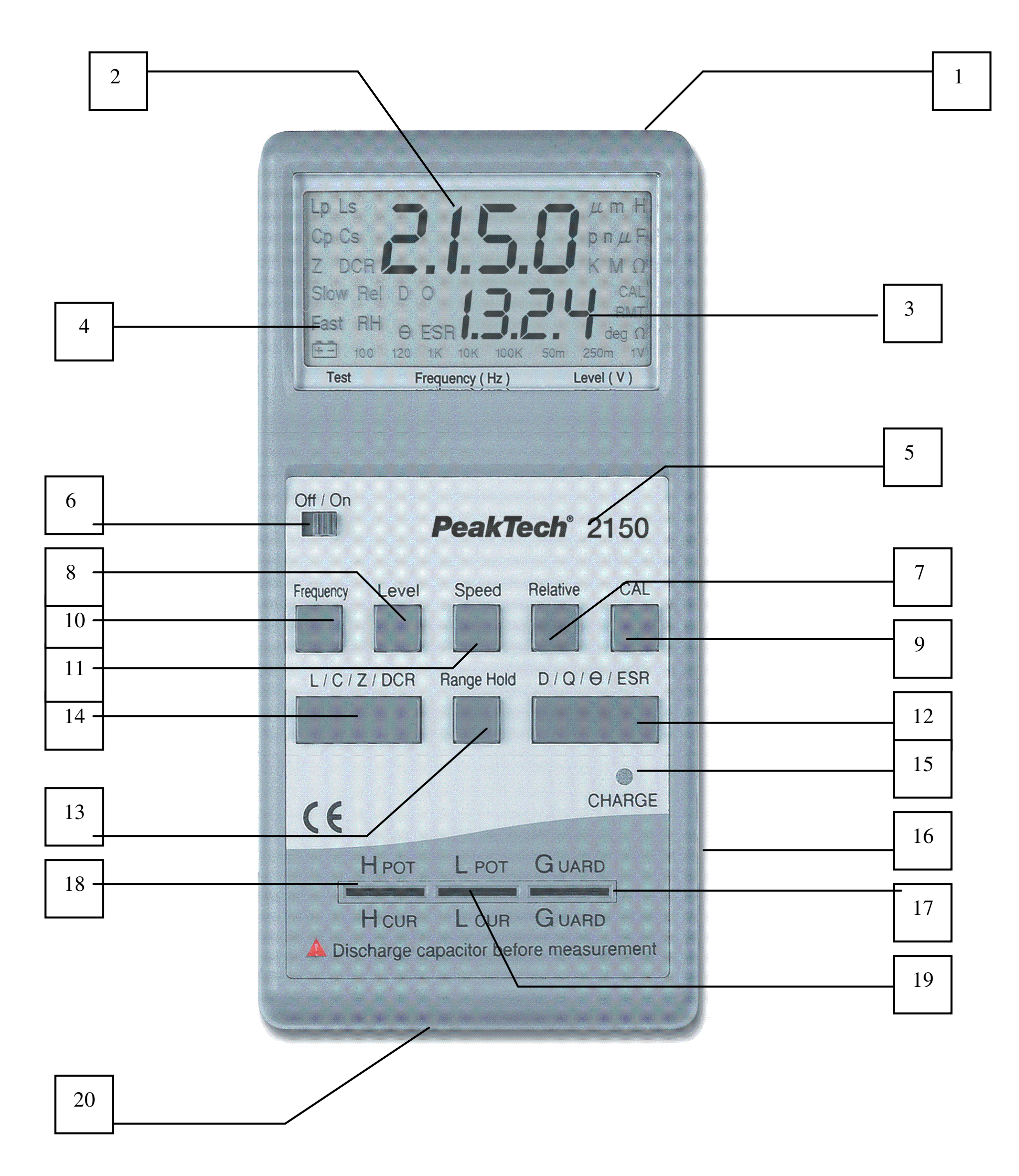
2.4.5. Reihen- und Parallelmessungen an Induktivitäten:

Die Messung von Induktivitäten erfolgt normalerweise automatisch in Reihe mit der zu messenden Induktivität. In den weitaus meisten Fällen liefert diese Messart die genaueren Messergebnisse. Die Reihenmessung ist zur Bestimmung des genauen Leistungsfaktors bei Induktivitäten mit geringem Leistungsfaktor unbedingt erforderlich. Die Reihen-Messmethode ist immer dann anzuwenden, wenn Ohmscher-Widerstand von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Unter bestimmten Bedingungen ist die Parallel-Messung jedoch von Vorteil. Dies gilt zum Beispiel beim Messen von Induktivitäten mit Eisenkern und höheren Arbeitsfrequenzen mit daraus resultierenden relativ großen Wirbelstrom- und Hysteresisverlusten.

3. Betrieb des Gerätes

3.1. Gerätebeschreibung



(1) Infrarot-Eingang
(2) Hauptanzeige
(3) Sekundäranzeige
(4) Batteriezustandsanzeige
(5) Gerätebezeichnung
(6) Ein/Aus-Schalter
(7) Relative-Taste
(8) Level-Taste
(9) Kalibriertaste
(10) Frequenztaste
(11) Schnell/Langsam-Umschalttaste
(12) D, Q, θ, ESR-Funktionstaste
(13) Bereichshalte-Taste
(14) L, C, Z, DCR - Funktionstaste
(15) Batterieladeanzeige
(16) DC - Adapter - Eingangsbuchse
(17) Guard - Eingang
(18) HPOT und HCUR - Eingang
(19) LPOT und LCUR - Eingang
(20) Batteriefach

3.2. Messbetrieb

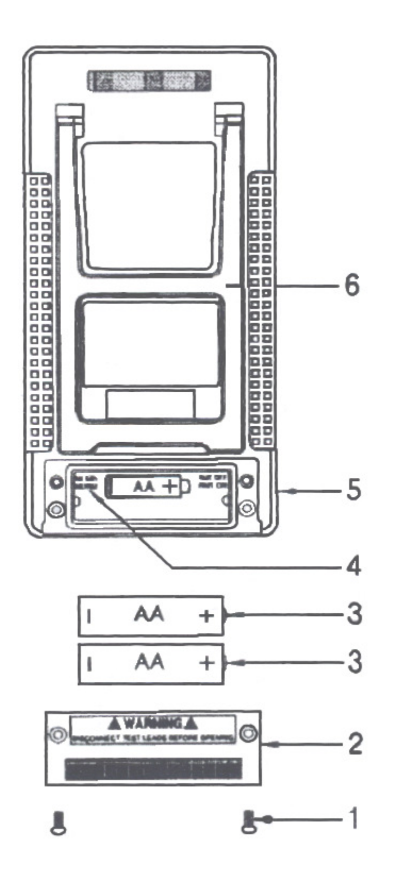
3.2.1. Auswechseln der Batterien

Bei Aufleuchten des Batteriesymbols sind die Batterien verbraucht und baldmöglichst auszuwechseln bzw. sind Akkus über das Ladegerät zu laden. Zum Auswechseln der Batterien wie beschrieben verfahren:

* Schrauben am Batteriefachdeckel lösen und Deckel abnehmen.

* Verbrauchte Batterien aus dem Batteriefach entnehmen und neue Batterien einsetzen. Beim Einsetzen auf korrekte Polarität achten!

* Batteriefachdeckel auf das Gehäuse aufsetzen und mit Schrauben befestigen.



1	Schrauben
2	Batteriefachdeckel
3	Batterien
4	Norm/Ni-Mh Schalter
5	Gehäuseunterteil
6	Aufstellbügel

Durch Anschluss des mitgelieferten AC/DC-Adapters kann das Gerät auch am Netz betrieben werden. Für Netzbetrieb nur den mitgelieferten AC/DC-Adapter verwenden. Die Verwendung anderer Adapter kann zur Beschädigung der internen Schaltkreise des Gerätes führen. Zum Anschluss des AC/DC-Adapters wie beschrieben vorgehen:

* Messgerät ausschalten und das entsprechende Kabelende des AC/DC-Adapterkabels an die DC Eingangsbuchse des Gerätes anschließen. Netzstecker am anderen Kabelende in eine Steckdose einstecken.

* Im Batteriefach befindet sich ein Schiebeschalter, der, je nach verwendeten Batterien (wiederaufladbare Nickel-Mangan oder normale Alkali-Batterien), in die entsprechende Stellung zu schieben ist. Für den Betrieb mit wiederaufladbaren Batterien muss sich der Schalter in Stellung "Ni-Mh", für den Betrieb mit Alkali-Batterien in Stellung "NORM" befinden.

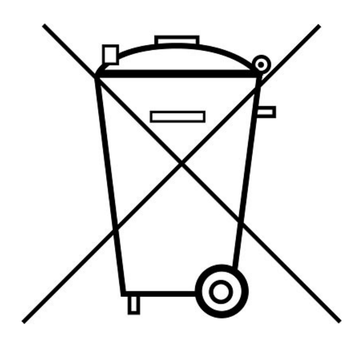
* Der Ladevorgang wird durch Aufleuchten einer LED am AC/DC-Adapter angezeigt.

Achtung!
Bei Verwendung von nicht wiederaufladbaren Batterien, muss sich der Schiebeschalter im Batteriefach unbedingt in Stellung „NORM“ befinden. Bei Verwendung des AC/DC-Adapters mit nicht wiederaufladbaren Batterien besteht sonst Explosionsgefahr für die Batterien.

Gesetzlich vorgeschriebene Hinweise zur Batterieverordnung

Im Lieferumfang vieler Geräte befinden sich Batterien, die z. B. zum Betrieb von Fernbedienungen dienen. Auch in den Geräten selbst können Batterien oder Akkus fest eingebaut sein. Im Zusammenhang mit dem Vertrieb dieser Batterien oder Akkus sind wir als Importeur gemäß Batterieverordnung verpflichtet, unsere Kunden auf folgendes hinzuweisen:

Bitte entsorgen Sie Altbatterien, wie vom Gesetzgeber - die Entsorgung im Hausmüll ist laut Batterieverordnung ausdrücklich verboten-, an einer kommunalen Sammelstelle oder geben Sie sie im Handel vor Ort kostenlos ab. Von uns erhaltene Batterien können Sie nach Gebrauch bei uns unter der auf der letzten Seite angegeben Adresse unentgeltlich zurückgeben oder ausreichend frankiert per Post an uns zurücksenden.



Batterien, die Schadstoffe enthalten, sind mit dem Symbol einer durchgekreuzten Mülltonne gekennzeichnet, ähnlich dem Symbol in der Abbildung links. Unter dem Mülltonnensymbol befindet sich die chemische Bezeichnung des Schadstoffes z. B. „CD“ für Cadmium, „Pb“ steht für Blei und „Hg“ für Quecksilber.

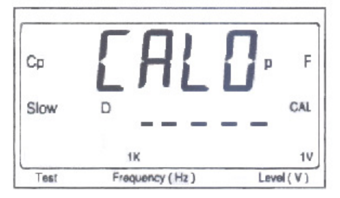
Weitere Hinweise zur Batterieverordnung finden Sie beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

3.3. Kalibrierung der „Offen-“ und „Kurzschluss-Messanzeigen“:

Zum Erhalt optimaler Messgenauigkeit beim Messen hoher und niedriger Impedanzen, muss die „Offen“ und „Kurzschlussanzeige“ entsprechend kalibriert werden. Wir empfehlen eine Neukalibrierung nach jedem Wechsel der Testfrequenz und/oder des Testsignals.

3.3.1. Kalibrierung der „Offen-Anzeige“:

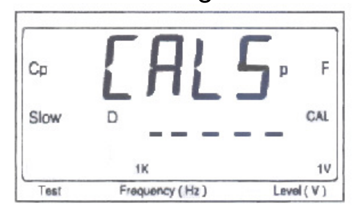
Bei nicht an den Eingängen angeschlossenen Prüfleitungen, Taste CAL kurz (weniger als 2 Sek.) drücken. In der LCD-Anzeige erscheint **CALO**.



Der Kalibriervorgang dauert ca. 10 Sekunden. Ein akustisches Signal ertönt nach erfolgter Kalibrierung.

3.3.2. Kalibrierung der „Kurzschluss-Anzeige“:

Kurzschluss-Brücke über die Messeingänge legen. Taste CAL länger als 2 Sekunden gedrückt halten. In der LCD-Anzeige erscheint **CALS**.



Der Kalibriervorgang dauert ca. 10 Sekunden. Ein akustisches Signal ertönt nach erfolgter Kalibrierung.

3.3.3. LCD-Anzeigegeschwindigkeit (Messfolge):

Das Gerät bietet die Möglichkeit zur Umschaltung zwischen langsamer und schneller Messfolge (Slow/Fast). Die Umschaltung auf die jeweils alternative Messfolge erfolgt mit der **SPEED-**Taste. Bei Wahl von schneller Messfolge **Fast** wird der angezeigte Messwert ca. 4,5 x pro Sekunde, bei Wahl von langsamer Messfolge **Slow** 2,5 x pro Sekunde aktualisiert.

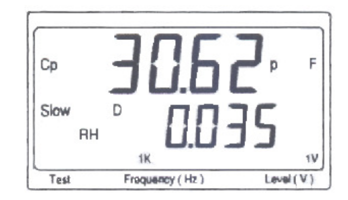
3.3.4. Relativwert-Messfunktion:

In der Relativwert-Messfunktion wird ein Standardwert mit der zu messenden unbekannten Größe verglichen und als Differenzwert in der LCD-Anzeige angezeigt. Zur Bestimmung des Differenzwertes wie beschrieben vorgehen:
Bauteil mit bekanntem Standardwert anschließen. Schnelle Messfolge-Option wählen und zum Erhalt eines stabilen Messwertes ca. 5 Sekunden messen. Nach Anzeige eines stabilen Wertes Taste **Relative** drücken. In der primären LCD-Anzeige wird daraufhin die Messwertanzeige auf 0 zurückgesetzt. Standardwert-Bauteil entfernen und die zu bestimmende unbekannte Größe anschließen.

Der in der LCD-Anzeige angezeigte Messwert entspricht der Differenz zwischen Standardwert und der gemessenen unbekannten Größe.

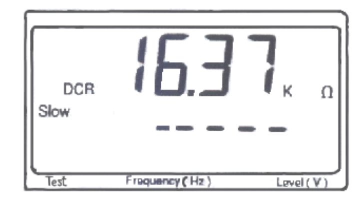
3.3.5. Bereichswahl Range Hold:

Zur Einstellung des Bereichs Standard-Bauteil im gewünschten Bereich anschließen. Zum Erhalt eines stabilen Messwertes schnelle Messfolge wählen und ca. 5 Sekunden messen. Anschließend die Taste **Range Hold** drücken. Die Bereichsgrenzen des Bereichs liegen zwischen dem 0,5- und 2-fachen Wert des eingestellten Bereichs. Nach dem Drücken der Taste **Range Hold** zeigt die LCD-Anzeige folgende Anzeigen:



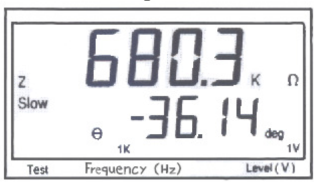
3.3.6. DC Widerstandsmessungen:

DC-Widerstandsmessungen dienen der Messung von unbekannten Widerständen bei einem Testsignal von 1 V DC. Zu messenden Widerstand anschließen und Taste **L**/**C**/**Z**/**DCR** drücken. Messwert in der LCD-Anzeige ablesen.



3.3.7. AC Impedanzmessungen:

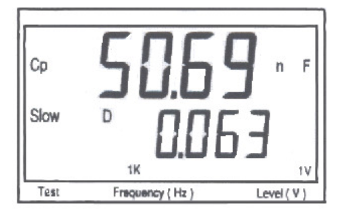
Mit dieser Messfunktion wird die unbekannte Impedanz einer Schaltung oder eines Gerätes gemessen. Zur Messung Prüfleitungen über die zu messende Schaltung oder an das zu messende Gerät anlegen und Taste **L**/**C**/**Z**/**DCR** drücken. Die gemessene Impedanz und folgende Anzeigen erscheinen in der LCD-Anzeige:

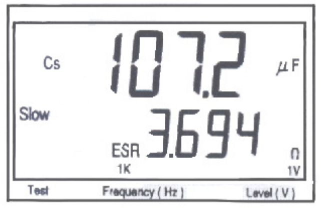


Die Wahl von Messpegel und Messfrequenz erfolgt mit den entsprechenden Tasten **Level** bzw. **Frequency**.

3.3.8. Kapazitätsmessungen:

Gewünschte Messart Cs oder Cp (Reihen- oder Parallelmessung) mit Taste **L**/**C**/**Z**/**DCR** wählen. Bei gewählter Reihenmessung zeigt die sekundäre LCD-Anzeige den äquivalenten Reihenwiderstand ESR, die Größe der Verlustleistung D und den Leistungsfaktor Q. Bei Parallelmessungen zeigt die sekundäre LCD-Anzeige nur die Verlustleistung D und den Leistungsfaktor Q (siehe nachfolgende Abbildungen):

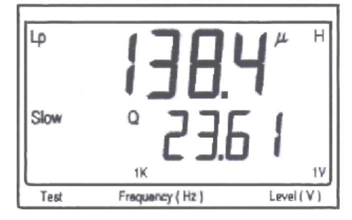


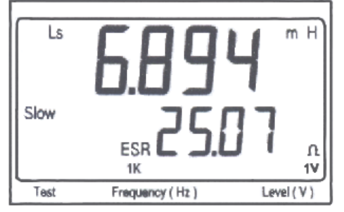


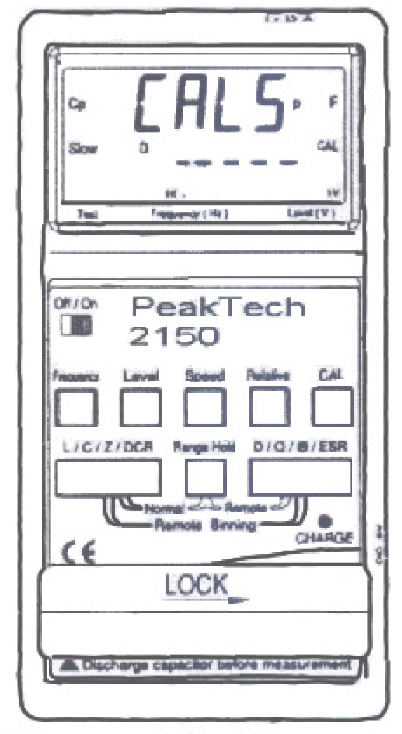
Die Wahl von Messpegel und Messfrequenz erfolgt mit den entsprechenden Tasten **Level** bzw. **Frequency**.

3.3.9. Induktivitätsmessungen:

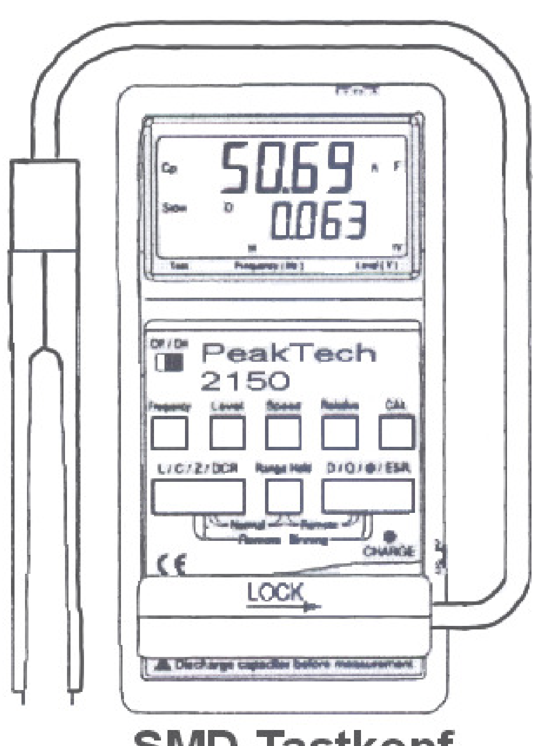
Gewünschte Messart Ls oder Lp (Reihen- oder Parallelmessung) mit Taste **L**/**C**/**Z**/**DCR** wählen. Bei gewählter Reihenmessung zeigt die sekundäre LCD-Anzeige den äquivalenten Reihenwiderstand ESR, die Größe der Verlustleistung D und den Leistungsfaktor Q. Bei Parallelmessungen erscheinen in der sekundären LCD-Anzeige nur die Verlustleistung D und der Leistungsfaktor Q (siehe nachfolgende Abbildungen):







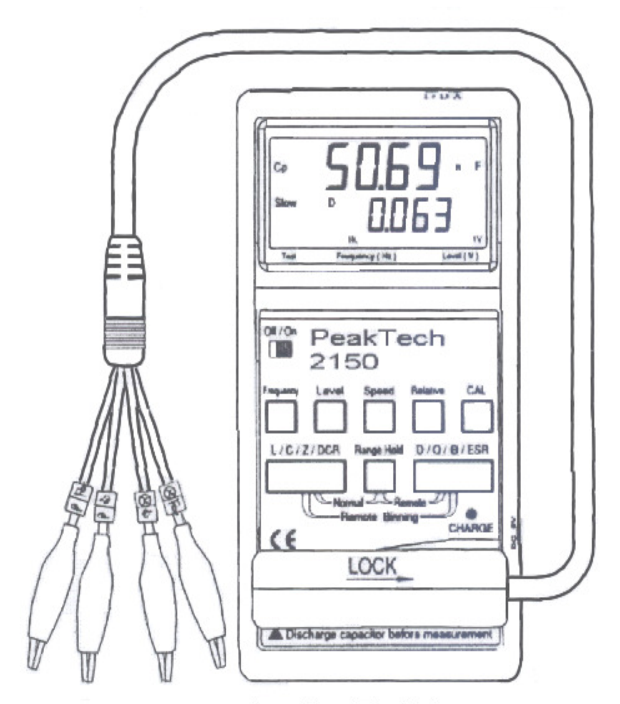
Kurzschlußbrücke



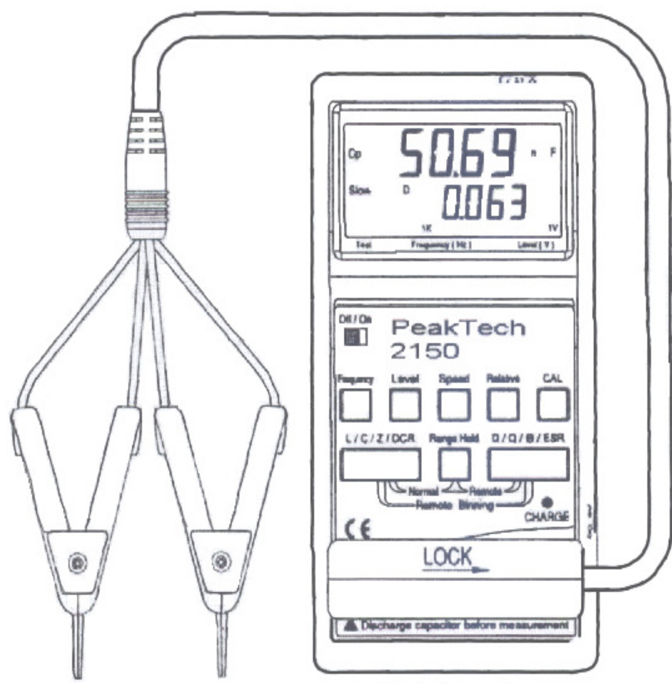
SMD-Tastkopf

Die Wahl von Messpegel und Messfrequenz erfolgt mit den entsprechenden Tasten **Level** bzw. **Frequency**.

3.4. Messungen mit verschiedenem Zubehör:
Prüfleitungen entsprechend den gezeigten Abbildungen anschließen.



4-polige Testklemme



Kelvin Klammer

3.5. Infrarotbetrieb
Der Infrarotbetrieb bietet 3 verschiedene Betriebsarten, **Normal, Remote** und **Remote Binning.**

3.5.1. Betriebsart "Normal"
Diese Betriebsart dient der Umschaltung des Gerätes von **Remote-** oder **Remote-Binning-Betrieb** auf Normalbetrieb des Gerätes.

3.5.1. Betriebsart "Remote"

Diese Betriebsart bietet die Möglichkeit der Datenübertragung an PCs mit Infrarotport über die Infrarot-Schnittstelle des Messgerätes. Dazu sind folgende Parametereinstellungen erforderlich:

Übertragungsart:	Halb-Duplex
Übertragungsgeschwindigkeit:	9600 Baud
Parität:	keine
Datenbits:	8
Stoppbits:	1
Handshake:	nein

In dieser Betriebsart sind Tastatur und LCD-Anzeige funktionslos geschaltet. Die Steuerung des Messvorgangs erfolgt durch das externe Programm über die Infrarot-Schnittstelle des Messgerätes.

3.5.2. Betriebsart "Remote Binning"

Bei Anwahl dieser Betriebsart blinkt in der LCD-Anzeige das Symbol „RMT“, und das Messgerät fungiert als Talk-Only Gerät (Datenabgabe bzw. Datenübertragungsgerät). Die Steuerung des Messvorgangs erfolgt mit den Tasten am Messgerät, der Messwert wird in der LCD-Anzeige angezeigt und gleichzeitig an den Infrarotport des Gerätes übertragen. Dies ermöglicht das Arbeiten mit verschiedenen Anwenderprogrammen, z.B. von Programmen zur Auswertung von Messwerten (Gut/Schlecht) oder den Einsatz von Sortierprogrammen.

3.6. Syntax-Befehle

Das Format der Syntax-Befehle ist nachfolgend aufgeführt:
COMMAND(?) (PARAMETER)

Hinweise zu den Befehls- und Parameterformaten:

1. Zwischen einem Befehl und der Eingabe eines Parameters ist mindestens eine Leerstelle einzufügen.

2. Parameter sind nur im ASCII-Format einzugeben (kein nummerischer Code).

3. Parametereingaben können als integere Zahl (Ganzzahl), als Dezimalwert oder als mit einem Exponenten versehener Wert eingegeben werden (z. B. 50 mV, 0,05 V, 5.0e 1 mV)

4. Ein Fragezeichen (?) am Ende einer Befehlseingabe bedeutet eine Abfrage oder den Auftrag zu einer erneuten Messung. Mit der Eingabe von CpD z.B werden die Messfunktionen Cp (parallele Kapazitätsmessung) und D (Verlustleistung) aufgerufen. Mit der Eingabe von CpD(?) werden die oben genannten Messfunktionen aufgerufen und gleichzeitig der Messvorgang mit anschließender Rückmeldung durchgeführt.

5. Befehle und Parameter können wahlweise in Groß- oder Kleinbuchstaben eingegeben werden, ausgenommen die Messeinheiten m (für milli) und M (für Mega). Hier ist auf entsprechende Klein- bzw. Großschreibung zu achten.

6. Das Zeichen, mit dem das Ende der Befehlseingabe definiert wird, sollte immer am Ende stehen. Folgende Zeichen definieren das Ende einer Befehlseingabe: ASCII CR (0DH) oder ASCII LF (0AH).

3.7. Messwerteinstellungen und Abfrage-Befehle

Insgesamt sind 17 Messwerteinstellungs- oder Abfrage-Befehle verfügbar. Sie sind nachfolgend aufgeführt:

DCR(?) Befehl zur Umschaltung auf die DC- Widerstandsmessfunktion bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktion.

CpRp(?) Befehl zur Umschaltung auf die Kapazitäts- bzw. Widerstandsmessfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

CpQ(?) Befehl zur Umschaltung auf die Kapazitäts- bzw. Leistungsfaktor-Messfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

CpD(?) Befehl zur Umschaltung auf die Kapazitäts- bzw. Verlustleistungs-Messfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

CsRs(?) Befehl zur Umschaltung auf die Kapazitäts- bzw. Widerstandsmessfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

CsQ(?) Befehl zur Umschaltung auf die Kapazitäts- bzw. Leistungsfaktor-Messfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

CsD(?) Befehl zur Umschaltung auf die Kapazitäts- bzw. Verlustleistungs-Messfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

LpRp(?) Befehl zur Umschaltung auf die Induktivitäts- bzw. Widerstands-Messfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

LpQ(?) Befehl zur Umschaltung auf die Induktivitäts- bzw. Leistungsfaktor-Messfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

LpD(?) Befehl zur Umschaltung auf die Induktivitäts- bzw. Verlustleistungs-Messfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebe- fehl für diese Messfunktionen.

LsRs(?) Befehl zur Umschaltung auf die Induktivitäts- bzw. Widerstands-Messfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

LsQ(?) Befehl zur Umschaltung auf die Induktivitäts- bzw. Leistungsfaktor-Messfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

LsD(?) Befehl zur Umschaltung auf die Induktivitäts- bzw. Verlustleistungs-Messfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

RsXs(? Befehl zur Umschaltung auf die Widerstands- bzw. Scheinwiderstands-Messfunktion (Reihenmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

RpXp(?) Befehl zur Umschaltung auf die Widerstands- bzw. Scheinwiderstands-Messfunktion (Parallelmessung) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

ZTD(?) Befehl zur Umschaltung auf die Impedanzwert-/Phasenwinkel-Messfunktion (°) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

ZTR(?) Befehl zur Umschaltung auf die Impedanzwert-/Phasenlage-Messfunktion (radial) bzw. Abfragebefehl für diese Messfunktionen.

Beispiel:
CPD (Cp -D Messfunktion einschalten)
CPD ?
0.22724 0.12840 (Ausgabewert)
DCR ?
5.1029 (Ausgabewert)

***IDN?** (Gerätekennung):
Dieser Befehl dient der Erkennung der relevanten Gerätedaten. Die Kennung besteht aus vier, durch Komma getrennte Felder, mit folgender Information:

1. Herstellername
2. Modell-Nummer
3. Serien-Nummer
4. Waren-Nummer

* **RST** (Rückstellbefehl):
  Mit diesem Befehl erfolgt die Rückstellung des Gerätes auf die Grundeinstellungen bei Auslieferung (1 kHz-Testsignal, 1 V_{eff}, langsame Messfolge, CpD-Messfunktion und den Messeinheiten µF, mH und Ohm). Nach erfolgter Rückstellung auf die Grundeinstellungen ertönt ein akustisches Quittiersignal.

ASC (Antwortfolge-Format):
Dieser Befehl dient der Festlegung des Antwort-Formats (ASCII-Zeichen oder nummerischer Code)

PARAMETER:
ON ASCII string
OFF Nummerischer Code

Beispiel:
ASC ON
FREQ?
1KHZ (Ausgabewert)

ASC OFF
FREQ?
2 (Ausgabewert)

* CORR OPEN (Kalibrierung bei offenen Eingängen)
  Mit diesem Befehl erfolgt die Kalibrierung des Gerätes für die Messfunktion „Offen". Nach erfolgter Kalibrierung ertönt ein akustisches Quittiersignal.

* CORR SHORT (Kalibrierung bei kurzgeschlossenen Eingängen)
  Mit diesem Befehl erfolgt die Kalibrierung des Gerätes für die Kurzschluss-Messfunktion. Nach erfolgter Kalibrierung ertönt ein akustisches Quittiersignal.

* FREQ? PARAMETER
  Abfrage der Frequenzmessungen

FREQ PARAMETER
Setzt die Messfrequenz auf die entsprechenden Parameter. Es gibt keinen Ausgabewert bzw. Rückmeldung.

PARAMETER:
ASCII string Nummerischer Code:

100 Hz	0
120 Hz	1
1 kHz	2
10 kHz	3
100 kHz	4

Beispiel:
FREQ 100KHZ

FREQ?
Zeigt die gerade angewendeten Einstellungen der Frequenzmessung an.

Beispiel:
ASC ON
FREQ?
1KHZ (Ausgabewert)

ASC OFF
FREQ?
2 (Ausgabewert)

LEV(?) Parameter:
Dieser Befehl dient der Einstellung bzw. Abfrage des Messpegels.

LEV Parameter:
Aufruf des Messpegels laut Parametereingabe. Es erfolgt keine Rückmeldung.

PARAMETER:

ASCII string	Nummerischer Code
1 V DC	0
1 V_{eff}	1
250 mV_{eff}	2
50 mV_{eff}	3

Beispiel:
LEV 1 V

LEV?
Zeigt die gerade angewendeten Einstellungen der Pegelmessung an.

ASC ON
LEV?
1 V_{eff} (Ausgabewert)

ASC OFF
LEV?
1 (Ausgabewert)

MODE?
Aufruf der Messmethode. Sechs Felder werden angezeigt.

1. Frequenz
2. Pegel
3. Geschwindigkeit
4. Messmethode
5. Einheit der Hauptanzeige
6. Einheit der Sekundäranzeige

Die Anzeige von Feld 6 ist abhängig von der gewählten Messfunktion. In der Messfunktion DCR z.B. wird Feld 6 nicht angezeigt. Der Zwischenraum zwischen den Feldern ist leer (ASCII 20H).

ASC ON
CPD
MODE?
1 KHz 1 V_{eff} SLOW CpD µF (Ausgabewert)

ASC ON
CPRP
MODE?
1 KHz 1 V_{eff} SLOW CpRp µF Ohm (Ausgabewert)

RANG(?) PARAMETER
Abfrage der Gerätemessungen

RANG PARAMETER
Gerätemessungen entsprechend der Parameter setzen. Es gibt keine Ausgabewerte.

PARAMETER:

ASCII string	Nummerischer Code
pF	0
nF	1
µF	2
mF	3
F	4
nH	8
µH	9
mH	10
H	11
kH	12
mOhm	17
Ohm	18
kOhm	19
MOhm	20

Beispiel:
RANG pF

RANG?
Zeigt die gerade eingestellten Messwerte an.

Beispiel:
ASC ON
RANG?
pF (Ausgabewert)

ASC OFF
RANG?
0 (Ausgabewert)

READ (Messwertanzeige)
Der Befehl zur Anzeige des Messwertes in der gewählten Messfunktion.

Beispiel:
CPD
READ?
0.22724 0.12840 (Ausgabewert)

DCR
READ?
5.1029 (Ausgabewert)

In der „DCR-Messfunktion wird nur ein Messwert, in den anderen Messfunktionen werden 2 Messwerte (getrennt durch eine Leerstelle, ASCII 20H) angezeigt.

SPEED(?) PARAMETER
Gerätemessungen entsprechend der Parameter setzen. Es gibt keine Ausgabewerte.

SPEED PARAMETER
Messgeschwindigkeit entsprechend der Parameter setzen. Es gibt keine Ausgabewerte.

PARAMETER:

ASCII string	Nummerischer Code
SLOW	0
FAST	1

Beispiel: SPEED FAST

SPEED(?)

Zeigt die gerade eingestellten Messgeschwindigkeit an.

Beispiel:
ASC ON
SPEED?
SLOW (Ausgabewert)

ASC OFF
SPEED?
0 (Ausgabewert)

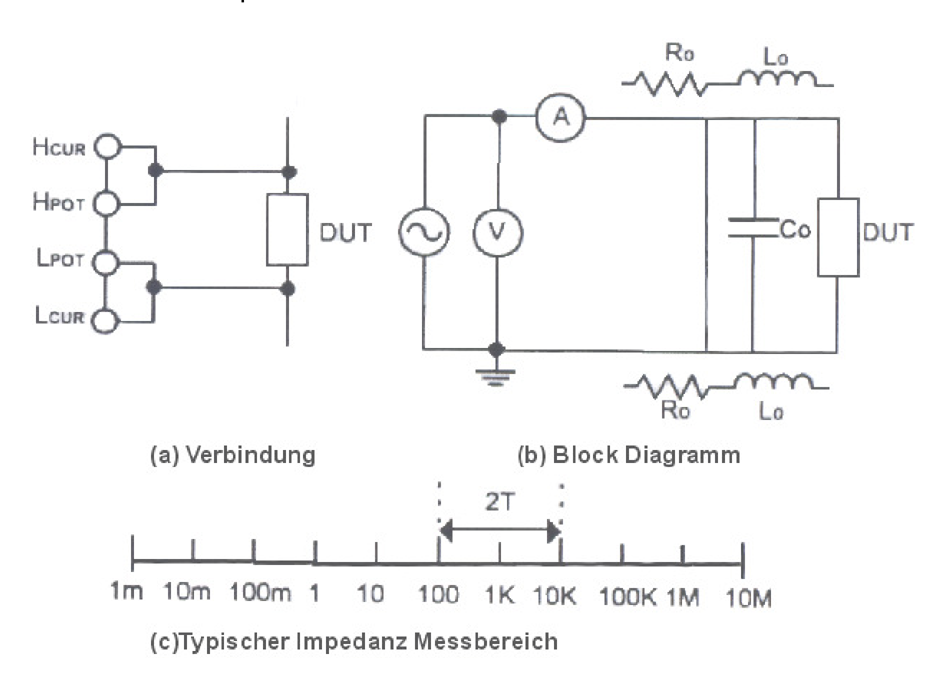
4. Messmethoden

4.1. Anschluss der Prüfleitungen

Die automatische Abgleichbrücke zum Anschluss des zu messenden Gerätes oder der zu messenden Schaltung besteht aus den 4 Eingängen H_{cur}, H_{pot}, L_{cur} und L_{pot}. Die verschiedenen Anschlussmöglichkeiten beeinflussen die Messgenauigkeit in unterschiedlicher Weise. Die Auswirkungen der gewählten Anschlussart auf die Messgenauigkeit ist nachfolgend näher beschrieben.

4.2. Anschluss an zwei Eingänge (2-T-Anschluss)

Der Anschluss der zu messenden Schaltung an zwei Eingänge ist die einfachste und schnellste Anschlussweise, liefert jedoch auch wegen auftretender induktiver und ohmscher Widerstände, parasitärer Kapazität sowie den Eigenwiderstand der Prüfleitungen, die ungenauesten Messergebnisse. Der effektive Impedanzmessbereich ist dadurch auf einen Bereich zwischen 100 Ω...10 kΩ begrenzt.

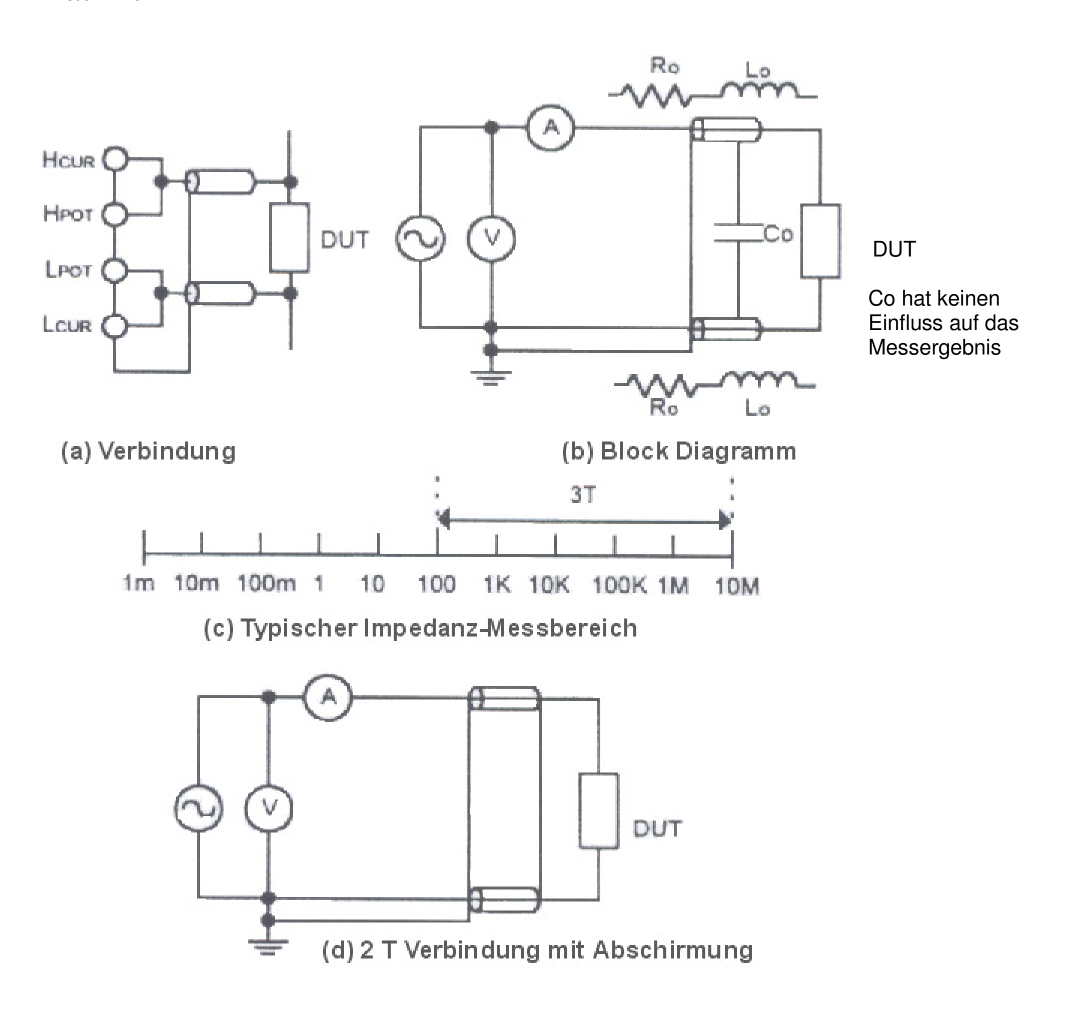


(a) Verbindung (b) Block Diagramm

(c)Typischer Impedanz Messbereich

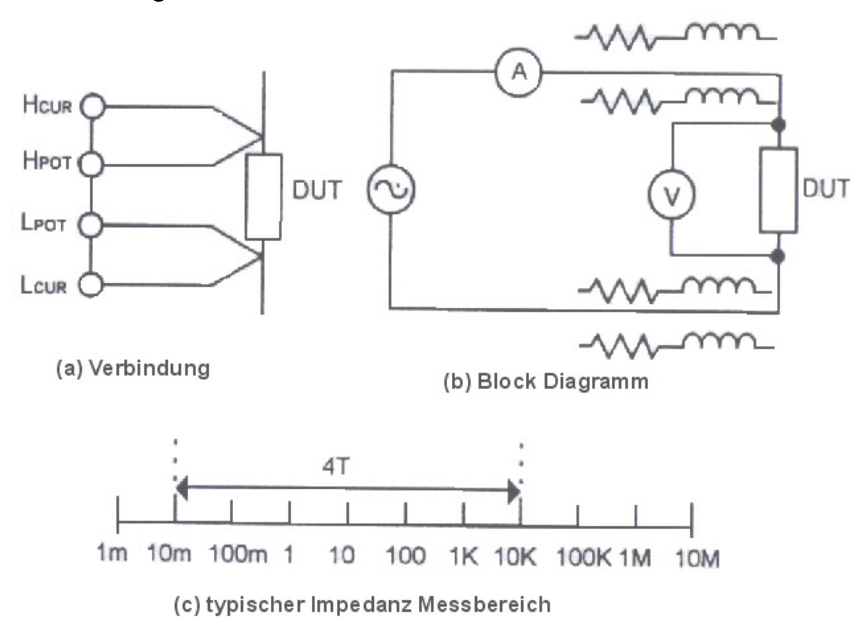
4.3. Anschluss an drei Eingänge (3-T-Anschluss)

Der Anschluss der zu messenden Schaltung an drei Eingänge erfolgt mit einem Koaxialkabel zur Reduzierung parasitärer Kapazität. Die Abschirmung des Koaxialkabels sollte mit dem entsprechenden Eingang am Mess- gerät verbunden werden. Diese Anschlussart erweitert den effektiven Messbereich auf 10 MΩ.



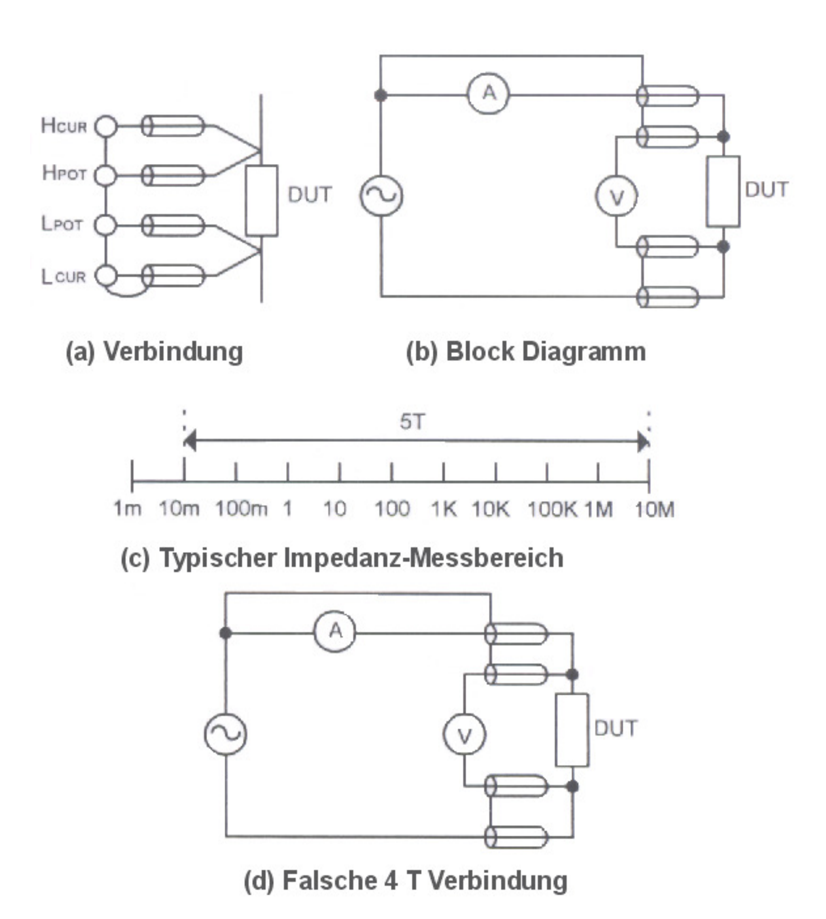
4.4. Anschluss an vier Eingänge (4-T-Anschluss)

Diese Anschlussart kompensiert den Eigenwiderstand der Prüfleitungen und ermöglicht Messungen bis zu einem unteren Grenzwert von ca. 10 mΩ, kompensiert jedoch nicht die parasitäre Induktivität der Prüfleitungen.



4.5. Anschluss an fünf Eingänge (5-T-Anschluss)

Diese Anschlussart ist eine Kombination der Anschlussarten 3-T und 4-T, und verwendet vier Koaxialkabel. Diese Art des Anschlusses resultiert in einem breiten Messbereich und ermöglicht Messungen von ca. 10 mΩ bis 10 MΩ.



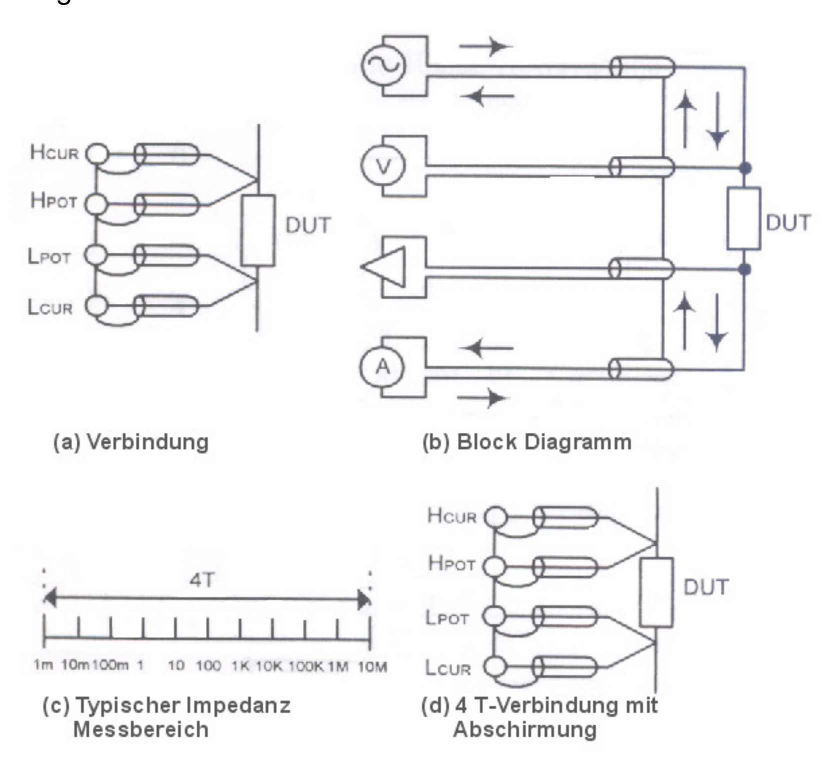
(a) Verbindung (b) Block Diagramm

(c) Typischer Impedanz-Messbereich

(d) Falsche 4 T Verbindung

4.6. Signalpfad über 4 Eingänge (4-T-Pfad)

Diese Anschlussart egalisiert die parasitäre Induktivität der Prüfleitungen. Mit vier Koaxialkabeln werden Strom- und Spannungspfad getrennt. Der Rückstrom fließt sowohl durch die Koaxialkabel als auch durch die Abschirmung. Der im inneren Leiter erzeugte magnetische Induktionsfluss und der in der Abschirmung erzeugte magnetische Induktionsfluss heben sich gegenseitig auf. Diese Anschlussart ermöglicht Messungen von ca. 1 mΩ bis 10 MΩ.



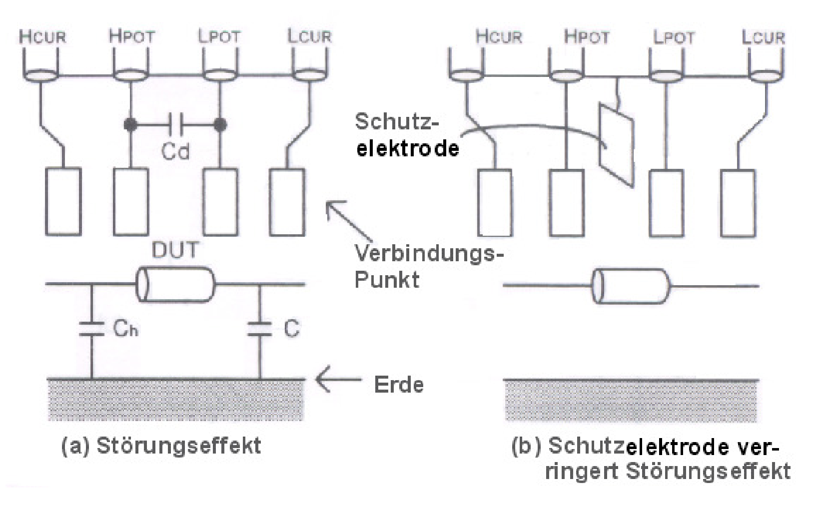
(a) Verbindung (b) Block Diagramm

(c) Typischer Impedanz Messbereich

(d) 4 T-Verbindung mit Abschirmung

4.7. Eliminierung der Auswirkungen parasitärer Kapazität

Bei Messungen an Bauteilen mit hoher Induktivität (z.B. Kondensatoren von geringer Kapazität) ist der Wert der parasitären Kapazität von ausschlaggebender Bedeutung. In Abbildung 3.6a liegt die parasitäre Kapazität parallel zur Messschaltung sowie Ci und Ch. Zur Egalisierung der parasitären Kapazität wird zwischen die Eingänge H und L eine Schutzelektrode gelegt (Abb. 3.6b) und an den Schutzeingang des Messgerätes angeschlossen.



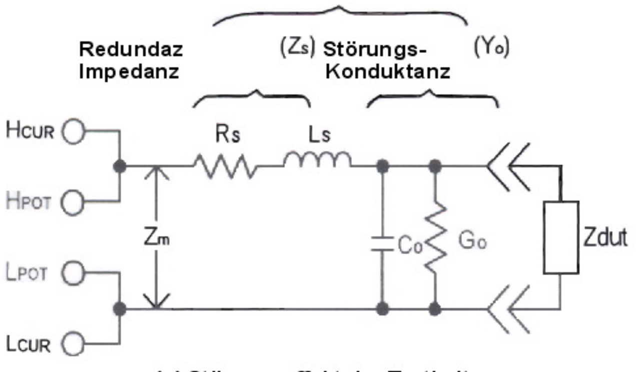
(a) Störungseffekt

(b) Schutzelektrode verringert Störungseffekt

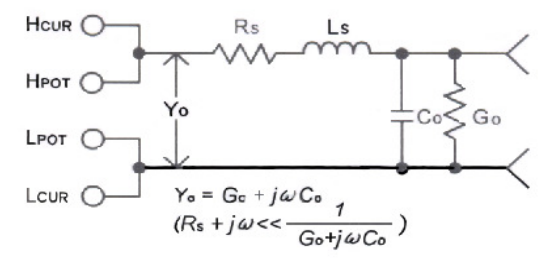
4.8. Offen/Kurzschluss-Kalibrierung

Bei Präzisionsmessgeräten ist eine Offen/Kurzschluss-Kalibrierung zur Verminderung parasitärer Effekte der Messschaltung erforderlich. Parasitäre Effekte können einfach als passive Bauteile (Abb. 3.7a) betrachtet werden. Bei offener Messschaltung misst das Gerät die Konduktivität Yp = Gp + jωCp (Abb.3.7b), bei kurzgeschlossener Messschaltung die Impedanz Zs = Rs + jωLs (Abb. 3.7c). Nach erfolgter Kalibrierung dienen Yp und Zs der Echtwert-Impedanzmessung der Messschaltung Zdut (Abb. 3.7d).

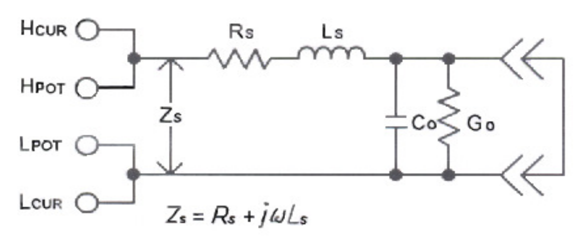




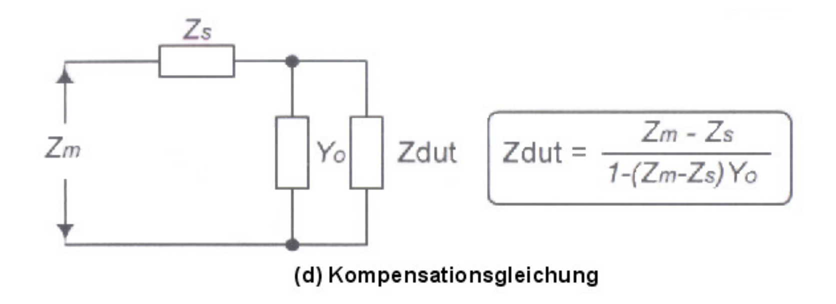
(a) Störungseffekt der Testhalterung



(b) Messung der auftretenden Schaltung



(c) Messung der geschlossenen Schaltung



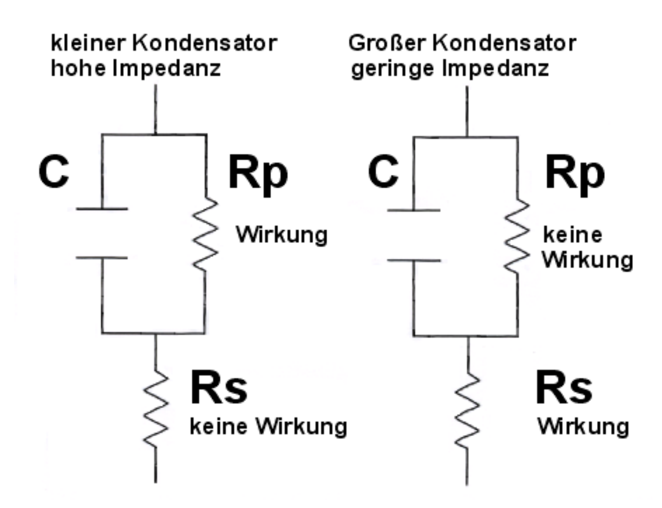
(d) Kompensationsgleichung

4.9. Wahl der Messart (Reihen- oder Parallelmessung)

Messungen können in Reihen- oder Parallelschaltung durchgeführt werden. Die Wahl der Messart ist in erster Linie abhängig von der Impedanz der zu messenden Schaltung.

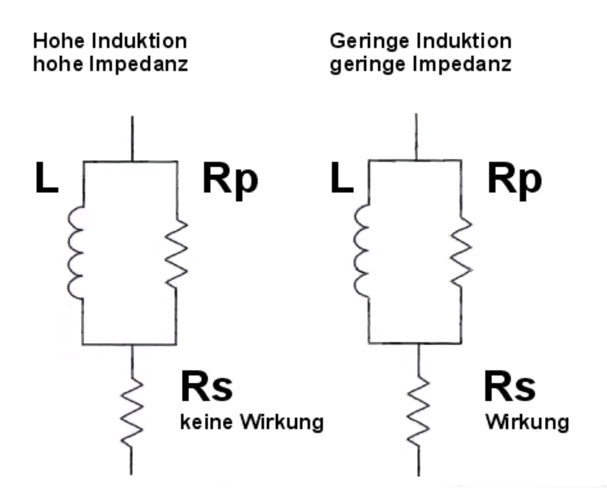
4.10. Kapazitätsmessungen

Impedanz und Kapazität eines Kondensators sind umgekehrt proportional. Eine hohe Kapazität bedeutet eine geringe Impedanz und umgekehrt. Abbildung 3.8 zeigt zwei Beispiele für die Anwendung der Reihen- oder Parallelmessung. Bei Kondensatoren von geringer Kapazität sollte immer die Parallel-Messmethode, bei Kondensatoren von hoher Kapazität, die Reihen-Messmethode angewendet werden.



4.11. Induktivitätsmessungen

Impedanz und Induktivität eines Bauteils sind einander direkt proportional. Eine hohe Induktivität bedeutet immer eine hohe, eine kleine Induktivität immer eine niedrige Impedanz. Induktoren von hoher Impedanz sollten immer mit der Parallel-Messmethode, Induktoren von geringer Impedanz mit der Reihen-Messmethode gemessen werden.



Letzter Stand bei Drucklegung. Technische Änderungen des Gerätes, welche dem Fortschritt dienen, vorbehalten.

Hiermit bestätigen wir, dass alle Geräte die in unseren Unterlagen genannten Spezifikationen erfüllen und werkseitig kalibriert geliefert werden.

Eine Wiederholung der Kalibrierung nach Ablauf von einem Jahr wird empfohlen.

1. Introduction

1.1. Safety precautions

This instrument is produced according to the following European Community Directives: 2004/108/EC (Electromagnetic Compatibility) and 2006/95/EC (Low Voltage) as amended by 2004/22/EC (CE-Marking).

To ensure safe operation of the equipment and eliminate the danger of serious injury due to short-circuits (arcing) the following safety precautions must be observed. Damages resulting from failure to observe these safety precautions are exempt from any legal claims whatever.

* Do not exceed the maximum permissible input ratings (danger of serious injury and/or destruction of the equipment).
* Do not modify external or internal circuits. Reparing works should only done by qualified personal.

1.2. Safety Symbols



Caution! Refer to accompanying documents!



Caution! Risk of electric shock.



Earth ground symbol



Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation.

2. General

The ***PeakTech®*** 2150 is a high accuracy handheld LCR meter, that can perform the inductor, capacitor and resistor measurement up to 100 kHz within 0,2% basic accuracy. It is the most advanced handheld AC/DC impedance measurement instrument to date. The ***PeakTech®*** 2150 can help engineers and students to understand the characteristics of electronic components. It is also of great assistance to those people, who want to do the quality control of the electronic components.

The instrument is auto or manual ranging. The frequencies of 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz and 100 kHz may be selected on all applicable ranges. The test voltage of 50 mV_{rms}, 0,25 V_{rms}, 1 V_{rms} or 1 V DC (DCR only) may also be selected on all applicable ranges. The dual display feature permits simultaneous measurements.

Components can be measured in the series or parallel mode as desired; the more standard method is automatically selected first, but can be overwridden.

The highly versatile ***PeakTech®*** 2150 can perform virtually all the functions of most bench type LCR bridges. With a basic accuracy of 0,2%, this economical LCR meter may be adequately substituted for a more expensive LCR bridge in many situations. The meter is powered from two AA Batteries and is supplied with an AC to DC charging adaptor and two AA Ni-Mh Rechargeable Batteries.

The instrument has applications in electronic engineering labs, production facilities, service shops and schools. It can be used to check ESR values, select precision values, measure unmarked and unknown indicators, capacitors or resistors and to measure capacitance, inductance or resistance of cables, switches, circuit board foils, etc.

The key features are as follows:

Test condition:
1. Frequency: 100 Hz / 120 Hz / 1 kHz / 10 kHz / 100 kHz
2. Level: 1 V_{rms} / 0,25 V_{rms} / 50 mV_{rms} / 1 V DC (DCR only)

* Measurement Parameter: Z, Ls, Lp, Cs, Cp, DCR, ESR, D, Q and θ
  * Basic Accuracy: 0,2 %
  * Dual Liquid Crystal Display
  * Fast/Slow Measurement
  * Auto Range or Range Hold
  * Infrared Interface Communication
  * Open/Short Calibration

  * Primary Parameters Display:
    Z : AC Impedance
    DCR : DC Resistance
    Ls : Serial Inductance
    Lp : Parallel Inductance
    Cs : Serial Capacitance
    Cp : Parallel Capacitance

* Second Parameter Display
    θ : Phase Angle
    ESR : Equivalence Serial Resistance
    D : Dissipation Factor
    Q : Quality Factor

  * Combinations of Display:
    Serial Mode : Z - θ, Cs - D, Cs - Q, Cs - ESR, Ls - D, Ls - Q, Ls – ESR
    Parallel Mode : Cp - D, Cp - Q, Lp - D, Lp - Q

2.1. Impedance Parameters

Due to the different testing signals on the impedance measurement instrument, there are DC and AC impedance. The common digital multimeter can only measure the DC impedance, but the ***PeakTech®*** 2150 can do both. It is a very important issue to understand the impedance parameter of the electronic component.

When we analyse the impedance by the impedance measurement plane (Fig. 1.1.). It can be visulalized by the real element on the X-axis and the imaginary element on the Y-axis. This impedance measurement plane can also be seen as the polar coordinates. The Z is the magnitude and the θ is the phase of the impedance.

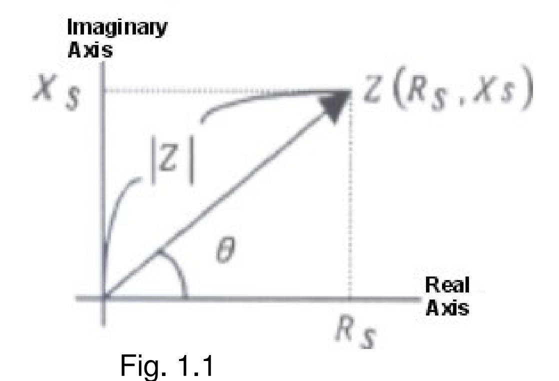


Fig. 1.1

$Z = R_s + jX_s = |Z| \angle \theta\ (\Omega)$

$Rs = |Z| \cos\theta$ $\qquad |Z| = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$

$X_s = |Z| \sin\theta$ $\qquad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_s}{R_s}\right)$

Z = (Impedance)

R_s = (Resistance)
X_s = (Reactance)
Ω = (Ohm)

There are two different types of reactance: Inductive (X_L) and Capacitive (X_C). It can be defined as follows:

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

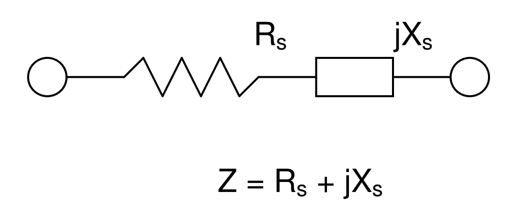
L	=	Inductance (H)
C	=	Capacitance (F)
f	=	Frequency (Hz)

Also, there are quality factor (Q) and the dissipation factor (D), that need to be discussed. For component, the quality factor serves as a measure of the reactance purity. In the real world, there is always some associated resistance that dissipates power, decreasing the amount of energy, that can be recovered. The quality factor can be defined as the ratio of the stored energy (reactance) and the dissipated energy (resistance). Q is generally used for inductors and D for capacitors.

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{D} = \frac{1}{\tan\delta} \\ &= \frac{|X_s|}{R_s} = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{1}{\omega C_s R_s} \\ &= \frac{|B|}{G} \\ &= \frac{R_p}{|X_p|} = \frac{R_p}{\omega L_p} = \omega C_p R_p \end{aligned}$$

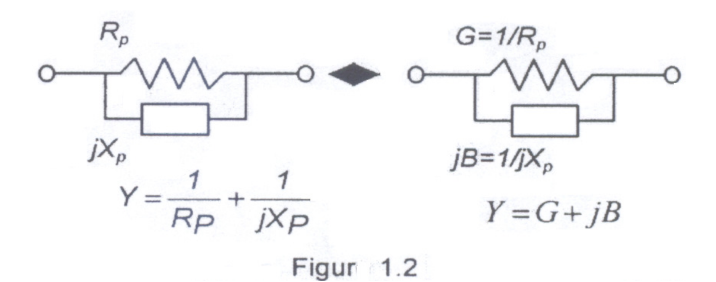
There are two types of the circuit mode. One is series mode, the other is parallel mode. See Fig. 1.2. to find out the relation of the series and parallel mode.

Real and imaginary components are serial:



$Z = R_s + jX_s$

Real and imaginary components are parallel:



Figur 1.2

2.2. Specification

* Measurement range

Parameter	Range
Z	0,000 Ω - 9999 MΩ
L	0,000 µH - 9999 H
C	0,000 pF - 9999 F
DCR	0,000 Ω - 9999 MΩ
ESR	0,000 Ω - 9999 Ω
D	0,000 - 9999
Q	0,000 - 9999
θ	-180,0° - 180,0°

C-Accuracy

100 Hz	79,57 pF - 159,1pF	159,1 pF - 1,591 nF	1,591 nF - 15,91 nF	15,91 nF - 159,1 µF	159,1 µF - 1591 µF	1591 µF - 15,91 mF
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
120 Hz	66,31 pF - 132,6 pF	132,6 pF - 1,326 nF	1,326 nF - 13,26 nF	13,26 nF - 132,6 µF	132,6 µF - 1326 µF	1326 µF - 13,26 mF
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
1 kHz	7,957 pF - 15,91 pF	15,91 pF - 159,1 pF	159,1 pF - 1,591 nF	1,591 nF - 15,91 µF	15,91 µF - 159,1 µF	159,1 µF - 1,591mF
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
10 kHz	0,795 pF - 1,591 pF	1,591 pF - 15,91 pF	15,91 pF - 159,1 pF	159,1 pF - 1,591 µF	1,591 µF - 15,91 µF	15,91 µF - 159,1 µF
	5%+/- 1 ❶	2%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2%+/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
100 kHz	NA	0,159 pF - 1,591 pF	1,591 pF - 15,91 pF	15,91 pF - 159,1 nF	159,1 nF - 1,591 µF	1,591 µF - 15,91 µF
	NA	5%+/- 1 ❶	2% +/- 1	0,4% +/- 1	2% +/- 1	5% +/- 1 ❶

Note:
1. The accuracy applies when the test level is set to 1 V_{rms}.
2. *Ae* multiplies 1,25 when the test level is set to 250 mV_{rms}.
3. *Ae* multiplies 1,50 when the test level is set to 50 mV_{rms}.
4. When measuring L and C, multiply *Ae* by $\sqrt{1+Dx^2}$ if the Dx > 0,1.

❶ *Ae* is not specified if the test level is set to 50 mV.

L-Accuracy

100 Hz	31,83 kH - 15,91 kH	15,91 kH - 1591 H	1591 H - 159, 1 H	159,1 H - 15,91mH	15,91mH - 1,591mH	1.591mH - 159.1µH
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
120 Hz	26,52 kH - 13,26 kH	13,26 kH - 1326 H	1326 H - 132,6 H	132,6 H - 13,26mH	13,26mH - 1,326mH	1,326mH - 132,6µH
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
1 kHz	31,83 kH - 15,91 kH	15,91 kH - 1591 H	1591 H - 159,1 H	159,1 H - 15,91mH	15,91mH - 1,591mH	1,591mH - 15,91µH
	2%+/- 1 ❶	1%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
10 kHz	318,3 H - 159,1 H	159,1 H - 15,91 H	15,91 H - 1,591 H	1,591 H - 159,1 µH	159,1 µH - 15,91 µH	15,91 µH - 1,591 µH
	5%+/- 1 ❶	2%+/- 1	0,5% +/- 1	0,2% +/- 1	0,5% +/- 1	1% +/- 1 ❶
100 kHz	31,83 H - 15,91 H	15,91 H - 1,591 H	1,591 H - 159,1 mH	159,1 mH - 15,91 µH	15,91 µH - 1,591 µH	1,591 µH - 0,159 µH
	NA	5%+/- 1 ❶	2% +/- 1	0,4% +/- 1	2% +/- 1	5% +/- 1 ❶

D-Accuracy

[Zx] / Freq.	**20 M ~ 10 M (Ω)**	**10 M ~ 1 M (Ω)**	**1 M ~ 100K (Ω)**	**100K ~ 10 (Ω)**	**10 ~ 1 (Ω)**	**1 ~ 0,1 (Ω)**
100 Hz 120 Hz 1 kHz	+/- 0,020 ❶	+/- 0,010	+/- 0,005	+/- 0,002	+/- 0,005	+/- 0,010 ❶
10 kHz	+/- 0,050 ❶	+/- 0,020				
100 kHz	NA	+/- 0,050 ❶	+/- 0,020	+/- 0,004	+/- 0,020	+/- 0,050 ❶

θ- Accuracy

[Zx] / Freq.	**20 M ~ 10 M (Ω)**	**10 M ~ 1 M (Ω)**	**1 M ~ 100K (Ω)**	**100K ~ 10 (Ω)**	**10 ~ 1 (Ω)**	**1 ~ 0,1 (Ω)**
100 Hz 120 Hz 1 kHz	+/- 1,046 ❶	+/- 0,523	+/- 0,261	+/- 0,105	+/- 0,261	+/- 0,523 ❶
10 kHz	+/- 2,615 ❶	+/- 1,046				
100 kHz	NA	+/- 2,615 ❶	+/- 1,046	+/- 0,209	+/- 1,046	+/- 2,615 ❶

Note:

1. The accuracy applies when the test level is set to 1 V_{rms}.
2. *Ae* multiplies 1,25 when the test level is set to 250 mV_{rms}.
3. *Ae* multiplies 1,50 when the test level is set to 50 mV_{rms}.
4. When measuring L and C, multiply *Ae* by $\sqrt{1+Dx^2}$ if the Dx > 0,1.

❶ *Ae* is not specified if the test level is set to 50 mV.

C_{Ae} = Ae of $|Zx|$
f = Test frequency (Hz)
Cx = Measured Capacitance Value (F)
$|Zx|$ = Measured Impedance Value (Ω)
Accuracy applies when Dx (measured D value) ≤ 0,1
When Dx > 0,1, multiply C_{Ae} by $\sqrt{1+Dx^2}$

Example:
Test condition:

Frequency : 1 kHz
Level : 1 V_{rms}
Speed : Slow
DUT : 100 nF

Then

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Refer to the accuracy table, get C_{Ae} = +/- 0,2%

L – Accuracy

$|Zx| = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot Lx$
L_{Ae} : Ae of $|Zx|$
f : Test frequency (Hz)
Lx : Measured Inductance Value (H)
$|Zx|$: Measured Impedance Value (Ω)
Accuracy applies when Dx (measured D value) ≤ 0,1
When Dx > 0,1 multiply L_{Ae} by $\sqrt{1+Dx^2}$

Example:
Test Condition:

Frequency : 1 kHz
Level : 1 V_{rms}
Speed : Slow
DUT : 1 mH

Then
$|Zx| = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot Lx$

$= 2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 6{,}283\ \Omega$

Refer to the accuracy table, get L_{Ae} = +/- 0,5%

ESR – Accuracy

$$ESR_{Ae} = \pm Xx \cdot \frac{Ae}{100}$$

$$Xx = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot Lx = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

ESR_{Ae} = Ae of $|Zx|$
f = Test frequency (Hz)
Xx = Measured Reactance Value (Ω)
Lx = Measured Inductance Value (H)
Cx = Measured Capacitance Value (F)

Accuracy applies when Dx (measured D value) ≤ 0,1

Example:
Test Condition:

Frequency	: 1 kHz
Level	: 1 V_{rms}
Speed	: Slow
DUT	: 100 nF

Then

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Refer to the accuracy table, get
C_{Ae} = +/- 0,2%

$$ESR_{Ae} = \pm Xx \cdot \frac{Ae}{100} = \pm 3.18\Omega$$

D – Accuracy

$$D_{Ae} = \pm \frac{Ae}{100}$$

D_{Ae} = Ae of $|Zx|$
Accuracy applies when Dx (measured D value) ≤ 0,1
When Dx > 0,1 multiplie Dx by (1+Dx)

Example:
Test Condition:

Frequency	: 1 kHz
Level	: 1 V_{rms}
Speed	: Slow
DUT	: 100 nF

Then

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Refer to the accuracy table, get
C_{Ae} = +/- 0,2%

$$D_{Ae} = \pm \cdot \frac{Ae}{100} = \pm 0.002$$

Q – Accuracy

$$Q_{Ae} = \pm \frac{Qx^2 \cdot De}{1 \mp Qx \cdot De}$$

QAe = Ae of $|Zx|$
Qx : Measured Quality Factor Value
De : Relative D Accuracy
Accuracy applies when Qx * De < 1

Example:
Test Condition:

Frequency	: 1 kHz
Level	: 1 V_{rms}
Speed	: Slow
DUT	: 1 mH

Then
$|Zx| = 2 * \pi * f * Lx$
$= 2 * \pi * 10^3 * 10^{-3} = 6.283\ \Omega$

Refer to the accuracy table, get
L_{Ae} = +/- 0,5%

$$De = \pm \cdot \frac{Ae}{100} = \pm 0.005$$

If measured Qx = 20
Then

$$Q_{Ae} = \pm \frac{Qx^2 \cdot De}{1 \mp Qx \cdot De}$$

$$= \pm \frac{2}{1 \mp 0.1}$$

θ- Accuracy

$$\theta e = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{Ae}{100}$$

Example:
Test Condition:

Frequency	: 1 kHz
Level	: 1 V_{rms}
Speed	: Slow
DUT	: 100 nF

Then

$$|Zx| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Cx}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1590\Omega$$

Refer to the accuracy table, get
Z_{Ae} = +/- 0,2%

$$\theta_{Ae} = \pm\frac{180}{\pi}\cdot\frac{Ae}{100}$$

$$= \pm\frac{180}{\pi}\cdot\frac{0.2}{100} = \pm 0.115\,\text{deg}$$

*	Test Signal:	
	Level Accuracy	: +/- 5%
	Frequency Accuracy	: 0,1%
*	Output Impedance	: 100 Ω +/- 5%
*	Measuring Speed:	
	Fast	: 4,5 meas./sec.
	Slow	: 2,5 meas./sec.
*	General:	
	Temperature	: 0℃ to 40℃ (Operating) -20℃ to 70℃ (Storage)
	Relative Humidity	: Up to 85%
*	Battery Type	2 AA size Ni-Mh or Alkaline
*	Battery Charge	Constant current 150 mA approx.
*	Battery operating time	2.5 hours typical
*	AC Operation	110/220 V AC, 60/50 Hz with proper adapter
*	Low power warning	under 2,2 V
*	Dimensions	(LxWxH) 174 x 86 x 48 mm
*	Weight	470 g
*	Accessories	Operation manual, 2 AA Size Ni-Mh Rechargeable batteries, Shorting bar, AC to DC adapter, carrying case, Software for Windows 95/98/2000/NT/XP
*	Optional accessories	SMD test probe, 4-wire test clip, Kelvin clip, infrared adapter

CONSIDERATIONS

Test frequency: The test frequency is user selectable and can be changed. Generally, a 1 kHz test signal is used to measure capacitors that are 0,01 µF or smaller and a 120 Hz test signal is used for capacitors, that are 10 µF or larger. Typically a 1 kHz test signal is used to measure inductors, that are used in audio and RF (ratio frequency) circuits. This is because these components operate at higher frequencies and require that they be measured at a higher frequency of 1 kHz. Generally, inductors below 2 mH should be measured at 1 kHz and inductors above 200 H should be measured at 120 Hz.

It is best to check with the component manufacturer´s data-sheet to determine the best test frequency for the device.

Charged capacitors: Always discharge any capacitor prior to making a measurement since a charged capacitor may seriously damage the meter.

Effect of High D on Accuracy: A low D (Dissipation Factor) reading is desirable. Electrolytic capacitors inherently have a higher dissipation factor due to their normally high internal leakage characteristics. If the D (Dissipation Factor) is excessive, the capacitance measurement accuracy may be degraded.

It is best check with the component manufacturers data sheet to determine the desirable D value of a good component.

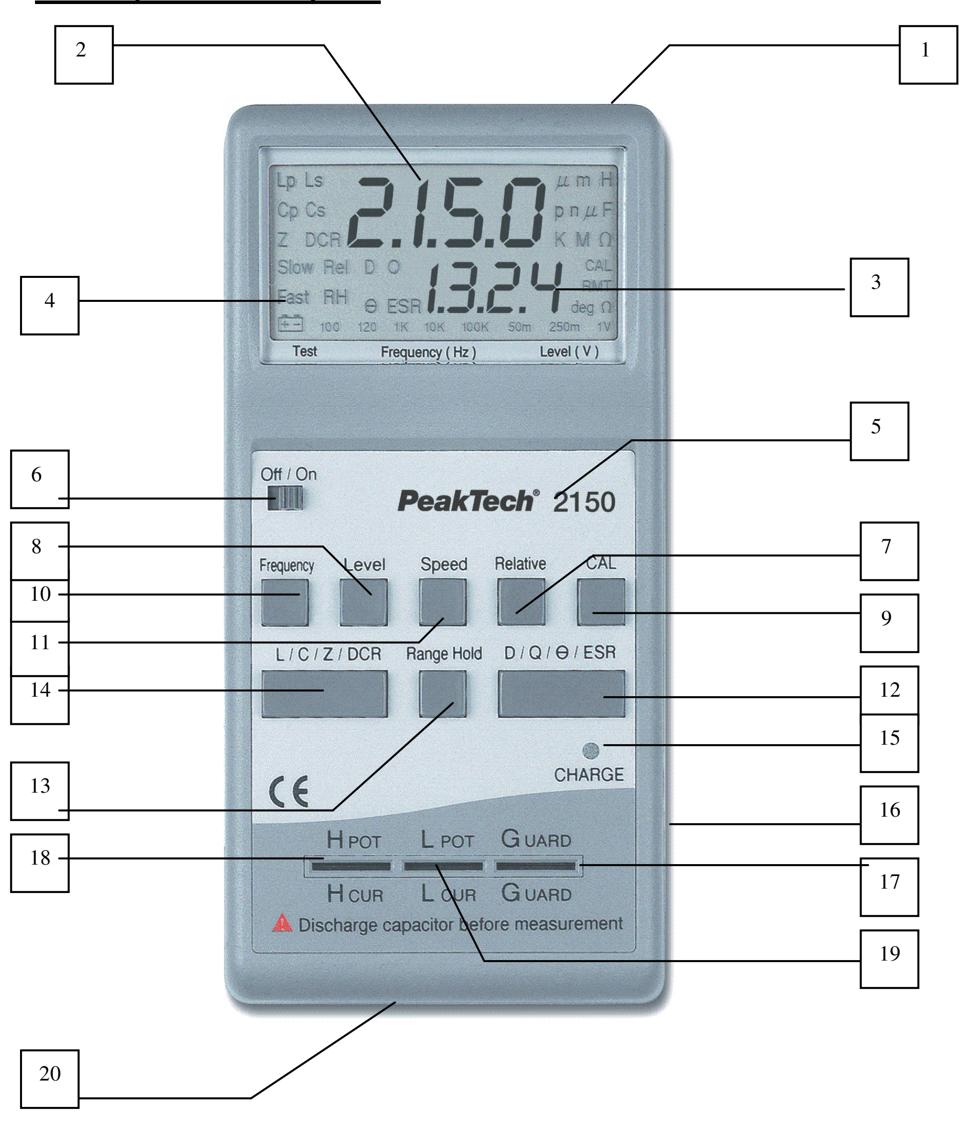
Combining Autoranging and Manual Ranging Operation: Combining autoranging and manual ranging is a very convenient way to gain the advantage of both modes. Starting in the autoranging mode, insert or connect the inductor to be measured. The instrument quickly steps to the correct range for measurement. Next, press the **RANGE key to switch to the manual** ranging mode. The instrument will be on the correct range. The display will indicate whether a calibration needs to be performed to obtain optimum accuracy. If not, take the reading. If so, perform the calibration then take the reading.

This method combines the speed of autoranging and the accuracy of manual ranging and is very easy and simple to perform.

Series Vs Parallel Measurement (for Inductors): The ***PeakTech®*** 2150 normally measures inductance in the series equivalent mode. The series mode displays the more accurate measurement in most cases. The series equivalent mode is essential for obtaining an accurate Q reading of low Q inductors. Where ohmic losses are most significant, the series equivalent mode is preferred. However there are cases where the parallel equivalent mode may be more appropriate. For iron core inductors operating at higher frequencies where hysteresis and eddy currents become significant, measurement in the parallel equivalent mode is preferred.

3. Operation

3.1. Physical Description



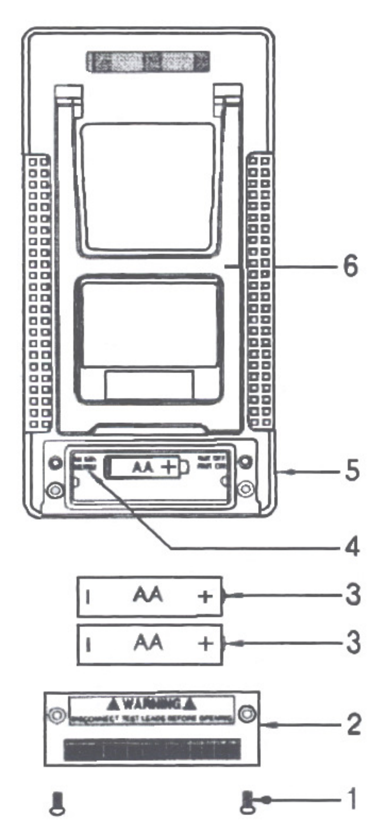
(1)	Infrared – Port	(2)	Primary Parameter Display
(3)	Secondary Parameter Display	(4)	Low Battery Indicator
(5)	Mode Number	(6)	Power Switch
(7)	Relative-Key	(8)	Measurement Level-Key
(9)	Open/Short Calibration Key	(10)	Measurement Frequency Key
(11)	Display Update Speed Key	(12)	D, Q, θ, ESR-Function-Key
(13)	Range Hold Key	(14)	L, C, Z, DCR – Function Key
(15)	Battery Charge Indicator	(16)	DC - Adaptor – Input Jack
(17)	Guard – Terminal	(18)	HPOT / HCUR - Terminal
(19)	LPOT / LCUR – Terminal	(20)	Battery Compartment

3.2. Making Measurement

3.2.1. Battery Replacement:

When the LOW BATTERY INDICATOR lights up during normal operation, that batteries in the ***PeakTech®*** 2150 should be replaced or recharged to maintain proper operation. Please perform the following steps to change the batteries:

1. Remove the battery hatch by unscrewing the screw of the battery compartment.
2. Take out the old battery and insert the new batteries into the battery compartment. Please watch out for battery polarity when installing new batteries.
3. Replace the battery hatch by reversing the procedure used to remove it.



1	Screws
2	Battery compartment hatch
3	Batteries
4	Norm/Ni-Mh Switch
5	Back Case
6	Tilt Stand

Battery Replacement

3.2.2. Battery Recharging / AC operation

 CAUTION

Only the ***PeakTech®*** 2150 standard accessory AC to DC adaptor can be used with ***PeakTech®*** 2150. Other battery eliminator or charger may result a damage to ***PeakTech®*** 2150.

The ***PeakTech®*** 2150 works on external AC power or internal batteries. To power the ***PeakTech®*** 2150 with AC source, make sure, that the ***PeakTech®*** 2150 is off, then plug one end of the AC to DC adaptor into the DC jack on the right side of the instrument and the other end into an AC outlet.

There is a small slide switch inside the battery compartment called "Battery Select Switch". If the Ni-Mh or Ni-Cd rechargeable batteries are installed in ***PeakTech®*** 2150, set the Battery Select Switch to Ni-Mh-position. The Ni-Mh or Ni-Cd batteries can be recharged when the instrument is operated by AC source. The LED for indicating battery charging will light on. If the non-rechargeable batteries (such as alkaline batteries) are installed in ***PeakTech®*** 2150, set the Battery Select Switch to NORM-position for disconnecting the charging circuit to the batteries.

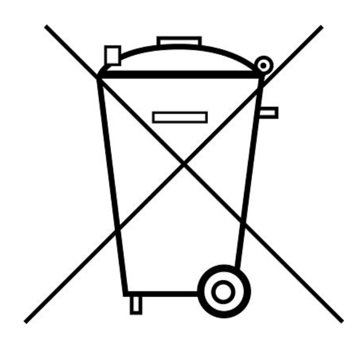
 Warning

The Battery Select Switch must be set in the "NORM"-position when using non-rechargeable batteries. Non-rechargeable batteries may explode if the AC-adaptor is used with non-rechargeable batteries. Warranty is voided if this happened.

Statutory Notification about the Battery Regulations

The delivery of many devices includes batteries, which for example serve to operate the remote control. There also could be batteries or accumulators built into the device itself. In connection with the sale of these batteries or accumulators, we are obliged under the Battery Regulations to notify our customers of the following:

Please dispose of old batteries at a council collection point or return them to a local shop at no cost. The disposal in domestic refuse is strictly forbidden according to the Battery Regulations. You can return used batteries obtained from us at no charge at the address on the last side in this manual or by posting with sufficient stamps.



Batteries, which contain harmful substances, are marked with the symbol of a crossed-out waste bin, similar to the illustration shown left. Under the waste bin symbol is the chemical symbol for the harmful substance, e.g. „Cd“ for cadmium, „Pb“ stands for lead and „Hg“ for mercury.

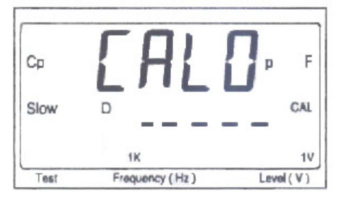
You can obtain further information about the Battery Regulations from the Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit *(Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Reactor Safety)*.

3.2.3. Open and Short Calibration

The ***PeakTech®*** 2150 provides open/short calibration capability so the user can get better accuracy in measuring high and low impedance. We recommend that the user performs open/short calibration if the test level or frequency have been changed.

Open Calibration

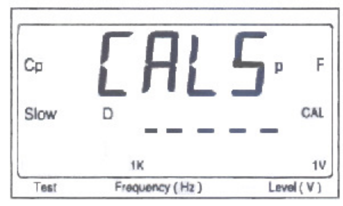
First, remaining the measurement terminals at the open status. Press the CAL-key shortly (no more than two seconds), the LCD will display:



This calibration takes about 10 seconds. After it is finished, the ***PeakTech®*** 2150 will beep to show, that the calibration is done.

Short Calibration

To perform the short calibration, insert the Shorting Bar into the measurement terminals. Press the CAL-key for more than two seconds, the LCD will display:



This calibration takes about 10 seconds. After it is finished, the ***PeakTech®*** 2150 will beep to show, that the calibration is done.

3.2.4. Display Speed

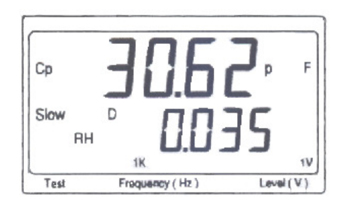
The ***PeakTech®*** 2150 provides two different display speeds (Fast/Slow). It is controlled by the SPEED-key. When the speed is set too fast, the display will update 4,5 readings per second. When the speed is set too slow, it´s only 2,5 readings per second.

3.2.5. Relative Mode

The relative mode lets the user make quick sort of a bunch of components. First, insert the standard value component to get the standard value reading (approx. 5 seconds in Fast-Mode to get a stable reading). Then press the RELATIVE-key, the primary display will reset to zero. Remove the standard value component and insert the unknown component. The LCD will show the value, that is the difference between the standard value and unknown value.

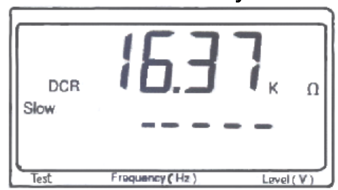
3.2.6. Range Hold

To set the range hold, insert a standard component in that measurement range (approx. 5 seconds in FAST-Mode to get a stable reading). Then, by pressing the RANGE-HOLD-key, it will hold the range within 0,5 to 2 times of the current measurement range. When the RANGE-HOLD is pressed, the LCD displayes:



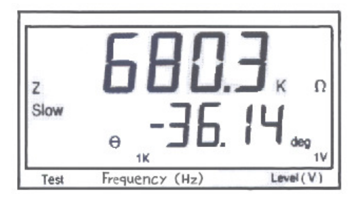
3.2.7. DC Resistance Measurement

The DC resistance measurement measures the resistance of an unknown component by 1 V DC. Select the L/C/Z/DCR-key to make the DCR measurement. The LCD displayes:



3.2.8. AC Impedance Measurement

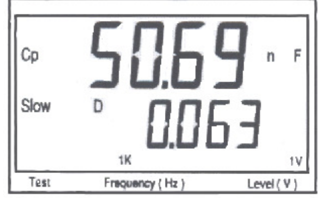
The AC impedance measurement measures the Z of an unknown device. Select the L/C/Z/DCR-key to make the Z measurement. The LCD displayes:

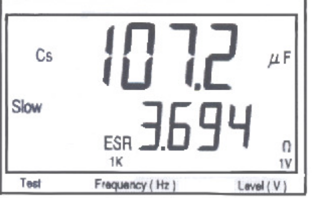


The testing level and frequency can be selected by pressing the LEVEL-key and FREQUENCY-key, respectively.

3.2.9. Capacitance Measurement

To measure the capacitance of a component, select the L/C/Z/DCR-key to Cs- or Cp-Mode. Due to the circuit structure, there are two modes can be selected (Serial Mode – Cs and Parallel Mode – Cp). If the serial mode (Cs) is selected, the D, Q and ESR can be shown on the secondary display. If the parallel mode (Cp) is selected, only the D and Q can be shown on the secondary display. The following shows some examples of capacitance measurement:

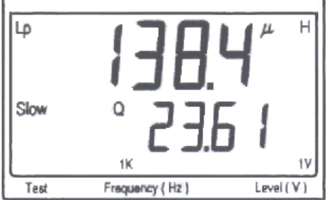


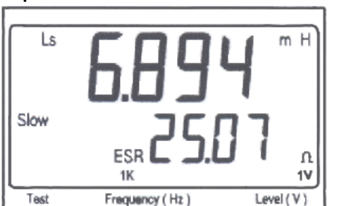


The testing level and frequency can be selected by pressing the LEVEL-key and FREQUENCY-key, respectively.

3.2.10. Inductance Measurement

Select the L/C/Z/DCR-key to Ls or Lp mode for measuring the inductance in serial or parallel mode. If the serial mode (Ls) is selected, the D, Q and ESR can be shown on the secondary display. If the parallel mode (Lp) is selected, only the D and Q can be shown on the secondary display. The following shows some examples of capacitance measurement:

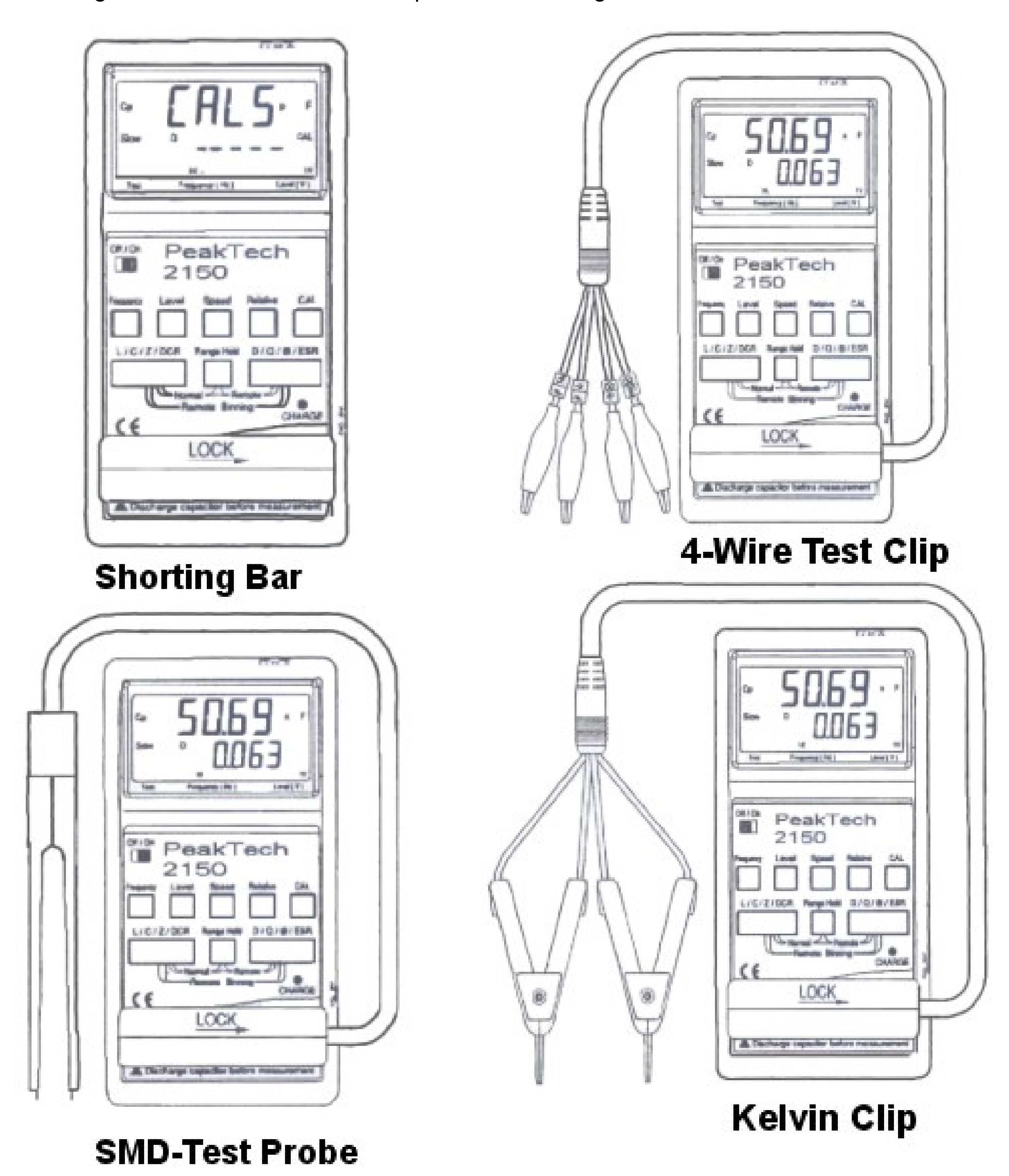




The testing level and frequency can be selected by pressing the LEVEL-key and FREQUENCY-key, respectively.

3.3. Accessory Operation

Follow the figures below to attach the test probes for making mesurement.



4. Infrared Operation

There are three operation modes in the infrared operation of ***PeakTech®*** 2150. They are **Normal**, **Remote** and **Remote Binning** modes.

Normal:
The **Normal** mode is the default power on local mode. Press the **Normal** – keys to switch back to local operation from **Remote** to **Remote Binning** modes.

Remote:
In the **Remote** mode, the ***PeakTech®*** 2150 is capable of communicating to infrared equipped PC or terminal through the built-in infrared interface. The connection setting is as follows:

Transmission Mode : Half Duplex
Baud Rate : 9600
Parity Rate : None
Data Bits : 8
Stop Bits : 1
Handshake : None

In this mode, the keyboard and LCD will be locked and the ***PeakTech®*** 2150 measurement is controlled by the external program through the infrared port.

Remote binning:
In the **Remote binning** mode, the "RMT" on the LCD will flash. The ***PeakTech®*** 2150 performs a TALK ONLY instrument. Which means, that the measurement of ***PeakTech®*** 2150 is controlled by instrument keys, but the measured value will be displayed on the LCD as well as output to the infrared port. By this way, the user can purchase the optional application program provided by ***PeakTech®*** to obtain the GO/NO GO comparator and the component sorting comparator.

4.1. Command Syntax
The command syntax of ***PeakTech®*** 2150 is as follows:

COMMAND(?) (PARAMETER)

The format of COMMAND and PARAMETER is as follows:
1. There is at least one space between COMMAND and PARAMETER.
2. The PARAMETER should use only ASCII string not numerical code.
3. Value parameter can be integer, floating or exponent with the unit. For example:
   50 mV
   0,05 V
   5.0elmV
4. The question mark (?) at the end of COMMAND means a query or measure back command. For example:
   "CpD" sets the measurement mode to Cp and D.
   "CpD?" sets the measurement mode to Cp and D as well as measures the value and send it back.
5. The COMMAND and PARAMETER can be either upper or lower case. But the unit to describe the value in the PARAMETER should have a different between milli (m) and mega (M). For example:
   1 mV equals 0,001 V
   1 MV equals 1000000 V
6. The "end of command" character should be placed at the end. There are:
   ASCII CR (0DH) or
   ASCII LF (0AH)

4.2. Commands
Measurement Setting (or Querying) Command
There are 17 measurement setting (or querying) commands. They are as follows:

* DCR(?) DC resistance measurement mode setting or querying command
* CpRp(?) Parallel capacitance and parallel resistance measurement mode setting or querying command
* CpQ(?) Parallel capacitance and quality factor measurement mode setting or querying command.
* CpD(?) Parallel capacitance and dissipation factor measurement mode setting or querying command
* CsRs(?) Serial capacitance and serial resistance measurement mode setting or querying command.
* CsQ(?) Serial capacitance and quality factor measurement mode setting or querying command.
* CsD(?) Serial capacitance and dissipation factor measurement mode setting or querying command.
* LpRp(?) Parallel inductance and parallel resistance measurement mode setting or querying command.
* LpQ(?) Parallel inductance and quality factor measurement mode setting or querying command.

* LpD(?) Parallel inductance and dissipation factor measurement mode setting or querying command.
* LsRs(?) Serial inductance and serial resistance measurement mode setting or querying command.
* LsQ(?) Serial inductance and quality factor measurement mode setting or querying command.
* LsD(?) Serial inductance and dissipation factor measurement mode setting or querying command.
* RsXs(?) Serial resistance and serial reactance measurement mode setting or querying command.
* RpXp(?) Parallel resistance and parallel reactance measurement mode setting or querying command.
* ZTD(?) Impedance and angle (Deg) measurement mode setting or querying command.
* ZTR(?) Impedance and angle (Rad) measurement mode setting or querying command.

Example:
CPD (set to Cp-D measurement mode)

CPD?
0.22724 0.12840 (return value)

DCR?
5.1029 (return value)

<u>*IDN?</u>
Queries and identifies the ***PeakTech®*** 2150. This command is used to identify the basic information of ***PeakTech®*** 2150. The return value has four fields separated by comma (,). The total length will not be greater than 100 characters. The four fields are:
1. Manufacturer Name
2. Model Number
3. Serial Number
4. Firmware Number

<u>*RST</u>
Resets the ***PeakTech®*** 2150 to the power on default status. The default status is:
1 kHz 1 V_{rms} SLOW CpD µF mH Ohm
After the ***PeakTech®*** 2150 is reset, it will beep once and returns the "BEEP" string back.

<u>ASC</u>
Sets the format of the return value. This command sets the ASCII string return or the numerical code.

PARAMETER:
ON ASCII string
OFF Numerical code

Example:
ASC ON
FREQ?
1 kHz (return value)

ACS OFF
FREQ?
2 (return value)

<u>CORR OPEN</u>
Performs the open calibration. This command sets the ***PeakTech®*** 2150 to do the open calibration. After the calibration is done, the ***PeakTech®*** 2150 will beep once and returns the "BEEP" string back.

<u>CORR SHORT</u>
Performs the short calibration. This command sets the ***PeakTech®*** 2150 to do the short calibration. After the calibration is done, the ***PeakTech®*** 2150 will beep once and returns the "BEEP" string back.

<u>FREQ(?) PARAMETER</u>
Sets (queries) the measurement frequency.

* **FREQ PARAMETER**
Sets the measurement frequency according to the parameter. There is no return value.
PARAMETER:

ASCII string	Numerical code
100 Hz	0
120 Hz	1
1 kHz	2
10 kHz	3
100 kHz	4

Example:
FREQ 100 kHz

* **FREQ?**
Returns the current measurement frequency setting.
Example:
ASC ON
FREQ?
1 kHz (return value)

ASC OFF
FREQ?
2 (return value)

LEV(?) PARAMETER
Sets (queries) the measurement level.

* **LEV PARAMETER**
Sets the measurement level according to the parameter. There is no return value.
PARAMETER:

ASCII string	Numerical code
1 V DC	0
1 V_{rms}	1
250 mV_{rms}	2
50 mV_{rms}	3

Example:
LEV 1V

* **LEV?**
Returns the current measurement level setting.
Example:
ASC ON
LEV?
1 V_{rms} (return value)

ASC OFF
LEV?
1 (return value)

MODE?
Queries the measurement mode. Six fields will be returned.
1. Frequency
2. Level
3. Speed
4. Measurement mode
5. Unit of primary display
6. Unit of secondary display

The existence of field 6 depends on the measurement mode. For example, there´s no field 6 if the measurement mode is DCR. The separation between fields is space (ASCII 20H).

Example:
ASC ON
CPD
MODE?
1 kHz 1 V_{rms} SLOW CpD µF (return value)

ASC ON
CPRP
MODE?
1 kHz 1 V_{rms} SLOW CpRp µF Ohm (return value)

RANG(?) PARAMETER
Sets (queries) the measurement unit.

* **RANG PARAMETER**
  Sets the measurement unit according to the parameter. There is no return value.
  PARAMETER:

ASCII string	Numerical code
pF	0
nF	1
µF	2
mF	3
F	4
nH	8
µH	9
mH	10
H	11
KH	12
mOhm	17
Ohm	18
kOhm	19
Mohm	20

  Example:
  RANG pF

* **RANG?**
  Returns the current measurement unit setting.
  Example:
  ASC ON
  RANG?
  pF (return value)

  ASC OFF
  RANG?
  0 (return value)

READ?
Returns the measurement value. This command will perform a measurement according to the current measurement mode and return the measured value.

Example:
CPD
READ?
0.22724 0.12840 (return value)

DCR
READ?
5.1029 (return value)

The "DCR" measurement will send only one measurement value. The other measurement modes will send two measured values separated by space (ASCII 20 H).

SPEED(?) PARAMETER
Sets (queries) the measurement speed.

* **SPEED PARAMETER**
  Sets the measurement speed according to the parameter. There is no return value.
  PARAMETER:

ASCII string	Numerical code
SLOW	0
FAST	1

  Example:
  SPEED FAST

* **Speed?**
  Returns the current measurement speed setting.
  Example:
  ASC ON
  SPEED?
  SLOW (return value)

  ASC OFF
  SPEED?
  0 (return value)

5. Application

5.1. Test Leads Connection

Auto balancing bridge has four terminals (H_{CUR}, H_{POT}, L_{CUR} and L_{POT}) to connect to the device under test (DUT). It is important to understand what connection method will affect the measurement accuracy.

* **2-Terminal (2T)**
  2-Terminal is the easiest way to connect the DUT, but it contents many errors that are the inductor and resistor as well as the parasitic capacitor of the test leads (Fig. 3.1). Due to these errors in measurement, the effective impedance measurement range will be limited at 100 Ω to 10 kΩ.

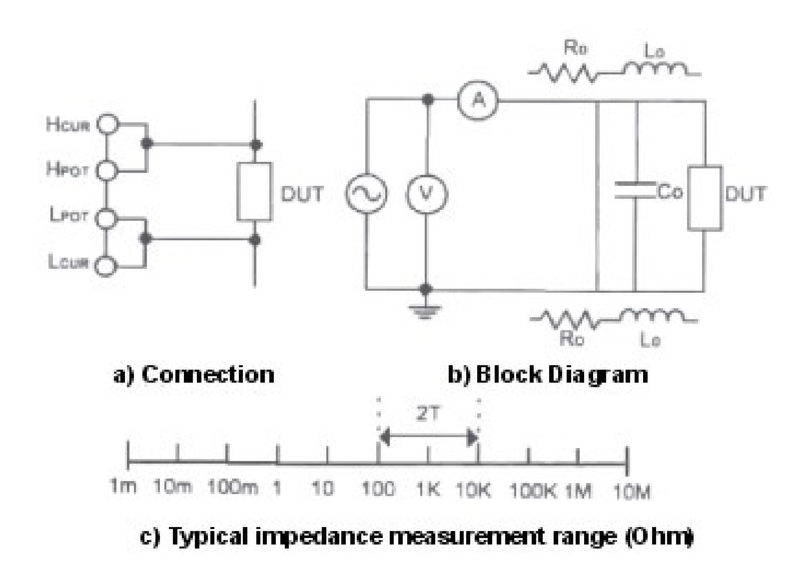


Fig. 3.1.

* **3-Terminal (3T)**
3-Terminal uses coaxial cable to reduce the effect of the parasitic capacitor (Fig. 3.2.). The shield of the coaxial cable should connect to guard of the instrument to increase the measurement range up to 10 MΩ.

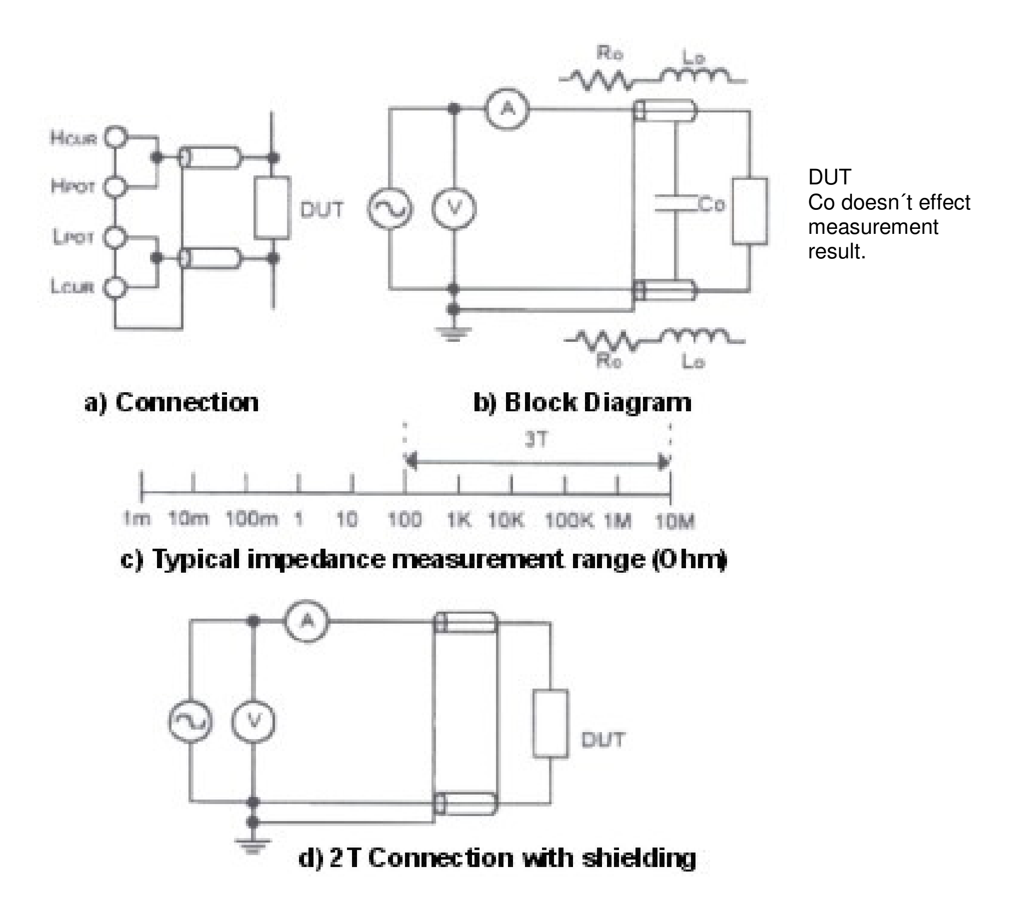


Fig. 3.2.

* **4-Terminal (4T)**
4-Terminal connection reduces the effect of the test lead resistance (Fig. 3.3.). This connection can improve the measurement range dow to 10 mΩ. However, the effect of the test lead inductance can´t be eleminated.

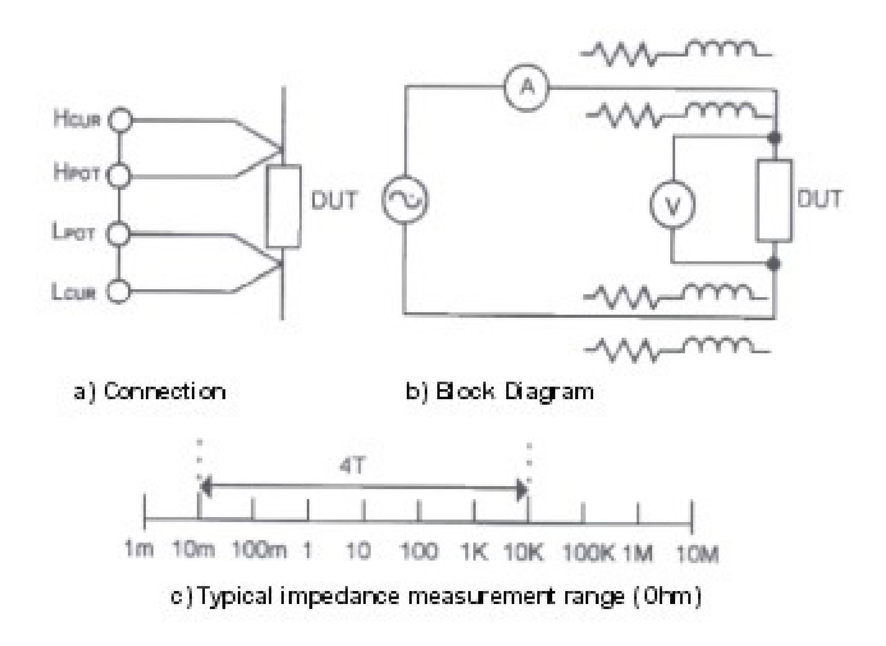


Fig. 3.3.

* **5-Terminal (5T)**
5-Terminal connection is the combination of 3T and 4T (Fig. 3.4). It has four coaxial cables. Due to advantage of the 3T and 4T, this connection can widely increase the measurement range for 10 mΩ to 10 MΩ.

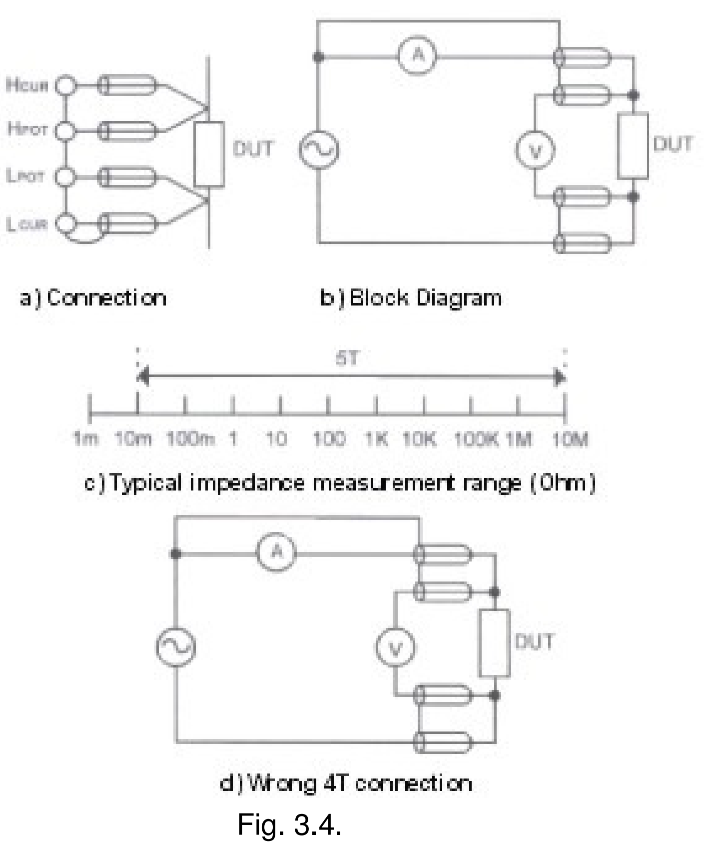


Fig. 3.4.

* **4-Terminal Path (4TP)**
4-Terminal Path connection solves the problem that is caused by the test lead inductance. 4TP uses four coaxial cables to isolate the current path and the voltage sense cable (Fig. 3.5.). The return current will flow through the coaxial cable as well as the shield. Therefore, the magnetic flux, that is generated by internal conductor will cancel out the magnetic flux, generated by external conductor (shield). The 4TP connection increases the measurement range from 1 mΩ to 10 MΩ.

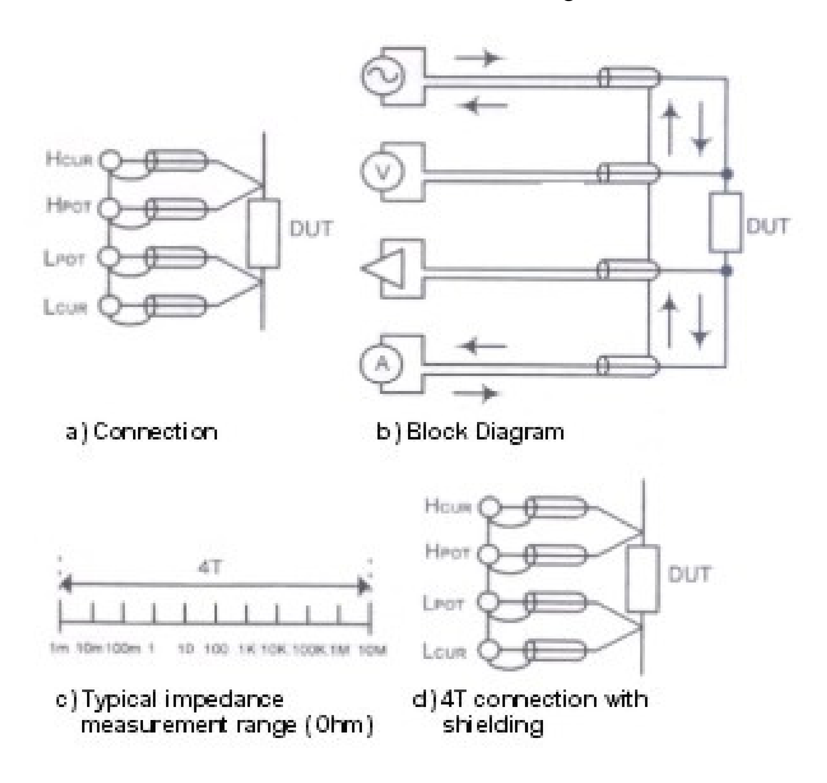


Fig. 3.5.

* **Eliminating the Effect of the Parasitic Capacitor**
When measuring the high impedance component (i. e. low capacitor), the parasitic capacitor becomes an important issue (Fig. 3.6.). In figure 3.6.a., the parasitic capacitor Cd is paralleled to DUT as well as the Ci and Ch. To correct this problem, add a guard plane (Fig. 3.6.b.) in between H and L terminals to break the Cd. If the guard plane is connected to instrument guard, the effect of Ci and Ch will be removed.

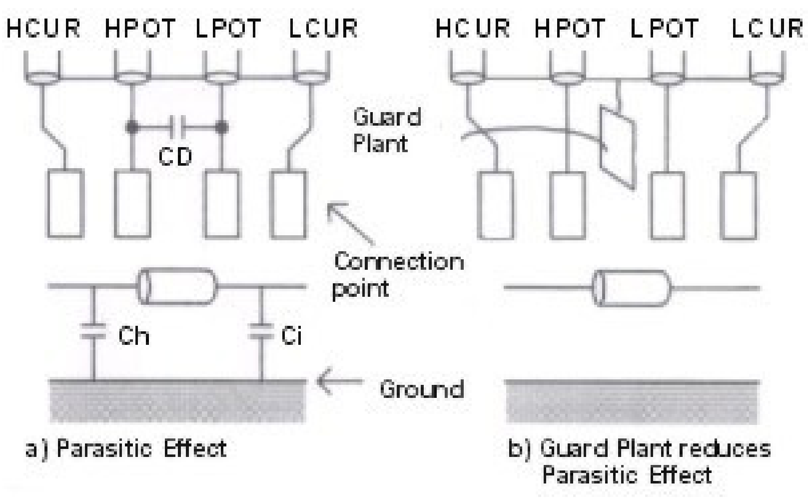


Fig. 3.6.

5.2. Open/Short Compensation

For this precision impedance measuring instrument, the open and short compensation needs to be used to reduce the parasitic effect of the test fixture. The parasitic effect of the test fixture can be treated like the simple passive components in figure 3.7.a. When the DUT is open, the instrument gets the conductance $Yp=Gp+ j\omega Cp$ (Fig. 3.7.b.). When the DUT is short, the instrument gets the impedance $Zs = Rs + j\omega Ls$ (Fig. 3.7.c.) After the open and short compensation, Yp and Zs are for calculating the real Zdut (Fig. 3.7.d.).

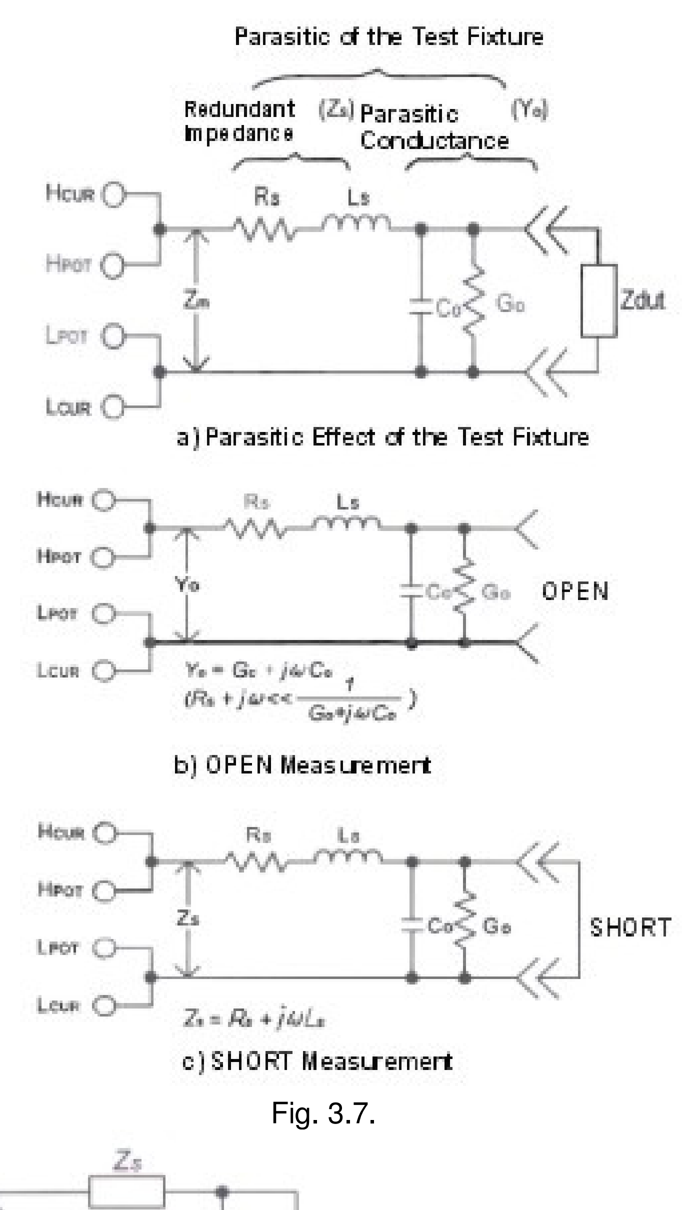


Fig. 3.7.

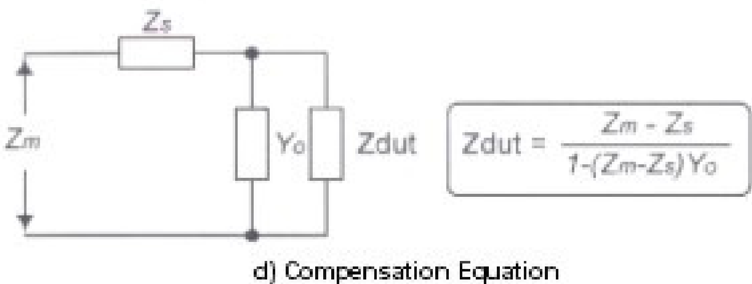


Fig. 3.7. (Continued)

5.3. Selecting the Series of Parallel Mode

According to different measurement requirement, there are series and parallel modes to describe the measurement result. It is depending on the high or low impedance value to decide, what mode is to be used.

* **Capacitor**

The impedance and capacitance in the capacitor are negatively proportional. Therefore, the large capacitor means the low impedance, the small capacitor means the high impedance. Fig. 3.8. shows the equivalent circuit of capacitor. If the capacitor is small, the Rp is more important than the Rs. If the capacitor is large, the Rs shouldn´t be avoided. Hence, uses parallel mode to measure low capacitor and series mode to measure high capacitor.

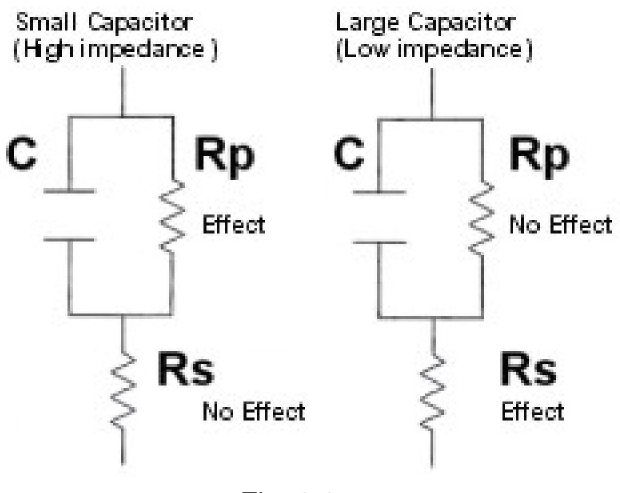


Fig. 3.8.

* **Inductor**

  The impedance and inductive in the inductor are positively proportional. Therefore, the large inductor equals to the high impedance and vice versa. Fig. 3.9. shows the equivalent circuit of inductor. If the inductor is small, the Rs is more important than the Rp. If the inductor is large, the Rp should be taking care of. So, uses series mode to measure low inductor and parallel mode to measure high inductor.

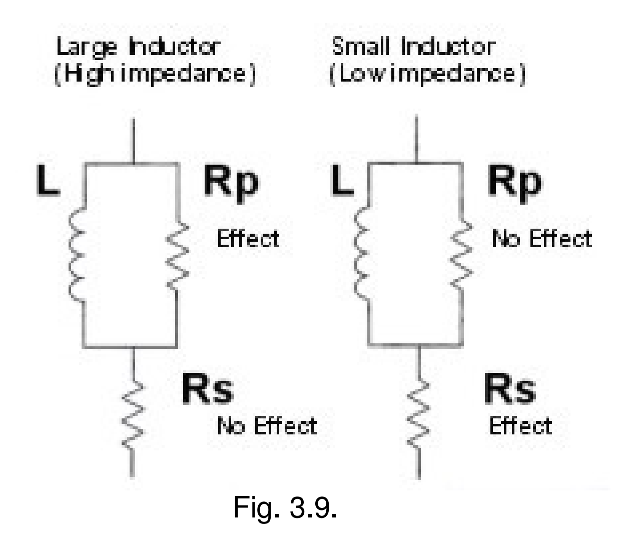


Fig. 3.9.

This manual is according the latest technical knowing. Technical changings which are in the interest of progress, reserved.

We herewith confirm that the units are calibrated by the factory according to the specifications as per the technical specifications.

We recommend to calibrate the unit again, after 1 year.

Heinz-Günter Lau GmbH - Kornkamp 32 - DE-22926 Ahrensburg / Germany
☎+49-(0) 4102-42343/44 +49-(0) 4102-434 16
info@peaktech.de www.peaktech.de